

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-208425

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-208425 ]

出 願 人

Applicant(s):

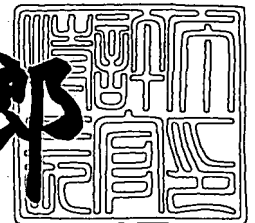
トヨタ自動車株式会社

TSN01-6050 (K)

2003年 4月25日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3029948

【書類名】 特許願

【整理番号】 1015052

【提出日】 平成14年 7月17日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 F01N 3/08

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 中谷 好一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709208

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 リーン空燃比のもとで継続して燃焼が行われる内燃機関の排気通路内に、流入する排気ガスの空燃比がリーンのときに流入する排気ガス中の $\text{NO}_X$ を蓄え、流入する排気ガスの空燃比が低下したときに排気ガス中に還元剤が含まれていると蓄えている $\text{NO}_X$ を還元して蓄えている $\text{NO}_X$ の量が減少する $\text{NO}_X$ 触媒を配置すると共に、該 $\text{NO}_X$ 触媒上流の排気通路内に、 $\text{NO}_X$ 触媒に還元剤を供給するための還元剤供給弁を配置し、 $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を制御するための排気ガス量制御手段を設け、排気ガス量制御手段により $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を一時的に減少させると共にこのとき還元剤供給弁から還元剤を供給し、還元剤供給弁から還元剤が供給されたことにより変動しうる、 $\text{NO}_X$ 触媒から排出された排気ガスの状態量を検出し、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を該排気ガスの状態量に基づいて制御するようにした内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記排気ガスの状態量が、排気ガス中の酸素濃度、排気ガスの温度、排気ガス中の $\text{NO}_X$ 濃度、及び排気ガス中の還元剤濃度のうちから選ばれた少なくとも一つである請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記排気ガスの状態量が目標量に一致するように、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を制御する請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 前記排気ガスの状態量が最も大きくなるように又は最も小さくなるように、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を制御する請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項5】 予め定められた基準時期から、還元剤供給弁から還元剤が供給されたことにより前記排気ガスの状態量にピークが現れるまでの時間が目標時間に一致するように、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を制御する請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】 還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を

流通する排気ガスの量を制御する前に又はその後に、前記排気ガスの状態量に基づいて還元剤供給弁からの還元剤供給量を制御するようにした請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】 前記排気ガス量制御手段は、 $\text{NO}_x$  触媒内に流入する排気ガスの量を減少させてから元の量に戻すまで該排気ガスの量を連続的に変化させるようになっている請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 8】 前記排気ガス量制御手段は、 $\text{NO}_x$  触媒内に流入する排気ガスの量を目標量まで減少させて一時的に保持し、次いで元の量に戻すようになっている請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、リーン空燃比のもとで継続して燃焼が行われる内燃機関の排気通路内に、流入する排気ガスの空燃比がリーンのときに流入する排気ガス中の $\text{NO}_x$ を蓄え、流入する排気ガスの空燃比が低下したときに排気ガス中に還元剤が含まれていると蓄えている $\text{NO}_x$ を還元して蓄えている $\text{NO}_x$ の量が減少する $\text{NO}_x$ 触媒を配置し、 $\text{NO}_x$ 触媒上流の排気通路から分岐して延びるバイパス通路を設けると共に、バイパス通路内に流入する排気ガスの量を制御することにより $\text{NO}_x$ 触媒内を流通する排気ガスの量を制御するためのバイパス制御弁を設け、バイパス通路の分岐部分と $\text{NO}_x$ 触媒間の排気通路内に、 $\text{NO}_x$ 触媒に還元剤を供給するための還元剤供給弁を配置し、バイパス制御弁により $\text{NO}_x$ 触媒内を流通する排気ガスの量を一時的に減少させると共にこのとき還元剤供給弁から還元剤を供給するようにした内燃機関が知られている。

【0003】

このように、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_x$ 触媒内に流入する排気ガスの量を減少させると、 $\text{NO}_x$ 触媒内に流入する排気ガスの空燃比を

リッチ又は理論空燃比に切り替えるのに必要な還元剤の量を低減することができる。また、このとき $\text{NO}_X$ 触媒における排気ガスの空間速度が低下するので、反応することなく $\text{NO}_X$ 触媒を通過する還元剤を低減することができる。従って、還元剤を有効に利用できることになる。

## 【 0 0 0 4 】

このような内燃機関では、例えば $\text{NO}_X$ 触媒内に流入する排気ガスの量が減少し始めてから後に元の量に戻るまで連続的に変化するようにバイパス制御弁を制御することができる。一方、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量には、還元剤の有効利用のために最適な量が存在する。従って、 $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量が還元剤の有効利用のために最適な量になる時期を予め求めておき、この時期に還元剤供給弁から還元剤を供給するのが好ましいことになる。

## 【 0 0 0 5 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、バイパス制御弁の性能にはバラツキがあり、従って還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量が上述した最適な量よりも多かったり少なかったりする恐れがある。

## 【 0 0 0 6 】

そこで本発明の目的は、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を最適に維持することができる内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

## 【 0 0 0 7 】

## 【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために 1 番目の発明によれば、リーン空燃比のもとで継続して燃焼が行われる内燃機関の排気通路内に、流入する排気ガスの空燃比がリーンのときに流入する排気ガス中の $\text{NO}_X$ を蓄え、流入する排気ガスの空燃比が低下したときに排気ガス中に還元剤が含まれていると蓄えている $\text{NO}_X$ を還元して蓄えている $\text{NO}_X$ の量が減少する $\text{NO}_X$ 触媒を配置すると共に、該 $\text{NO}_X$ 触媒上流の排気通路内に、 $\text{NO}_X$ 触媒に還元剤を供給するための還元剤供給弁を配置し

、 $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を制御するための排気ガス量制御手段を設け、排気ガス量制御手段により $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を一時的に減少させると共にこのとき還元剤供給弁から還元剤を供給し、還元剤供給弁から還元剤が供給されたことにより変動しうる、 $\text{NO}_X$ 触媒から排出された排気ガスの状態量を検出し、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を該排気ガスの状態量に基づいて制御するようにしている。

## 【0008】

また、2番目の発明によれば1番目の発明において、前記排気ガスの状態量が、排気ガス中の酸素濃度、排気ガスの温度、排気ガス中の $\text{NO}_X$ 濃度、及び排気ガス中の還元剤濃度のうちから選ばれた少なくとも一つである。

## 【0009】

また、3番目の発明によれば1番目の発明において、前記排気ガスの状態量が目標量に一致するように、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を制御している。

## 【0010】

また、4番目の発明によれば1番目の発明において、前記排気ガスの状態量が最も大きくなるように又は最も小さくなるように、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を制御している。

## 【0011】

また、5番目の発明によれば1番目の発明において、予め定められた基準時期から、還元剤供給弁から還元剤が供給されたことにより前記排気ガスの状態量にピークが現れるまでの時間が目標時間に一致するように、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を制御している。

## 【0012】

また、6番目の発明によれば1番目の発明において、還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_X$ 触媒内を流通する排気ガスの量を制御する前に又はその後、前記排気ガスの状態量に基づいて還元剤供給弁からの還元剤供給量を制御するようにしている。

## 【 0 0 1 3 】

また、7番目の発明によれば1番目の発明において、前記排気ガス量制御手段は、 $\text{NO}_X$ 触媒内に流入する排気ガスの量を減少させてから元の量に戻すまで該排気ガスの量を連続的に変化させるようになっている。

## 【 0 0 1 4 】

また、8番目の発明によれば1番目の発明において、前記排気ガス量制御手段は、 $\text{NO}_X$ 触媒内に流入する排気ガスの量を目標量まで減少させて一時的に保持し、次いで元の量に戻すようになっている。

## 【 0 0 1 5 】

なお、本明細書では排気通路の或る位置よりも上流の排気通路、燃焼室、及び吸気通路内に供給された空気と炭化水素 $\text{HC}$ 及び一酸化炭素 $\text{CO}$ のような還元剤との比をその位置における排気ガスの空燃比と称している。

## 【 0 0 1 6 】

## 【発明の実施の形態】

図1は本発明を圧縮着火式内燃機関に適用した場合を示している。なお、本発明は火花点火式内燃機関にも適用することもできる。

## 【 0 0 1 7 】

図1を参照すると、1は機関本体、2はシリンダブロック、3はシリンダヘッド、4はピストン、5は燃焼室、6は電気制御式燃料噴射弁、7は吸気弁、8は吸気ポート、9は排気弁、10は排気ポートを夫々示す。吸気ポート8は対応する吸気枝管11を介してサージタンク12に連結され、サージタンク12は吸気ダクト13を介して排気ターボチャージャ14のコンプレッサ15に連結される。吸気ダクト13内にはステップモータ16により駆動されるスロットル弁17が配置され、更に吸気ダクト13周りには吸気ダクト13内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置18が配置される。図1に示される実施例では機関冷却水が冷却装置18内に導かれ、機関冷却水によって吸入空気が冷却される。

## 【 0 0 1 8 】

一方、排気ポート10は排気マニホールド19及び排気管20を介して排気ターボチャージャ14の排気タービン21に連結され、排気タービン21の出口は排

気管 20a を介して触媒コンバータ 22 に接続される。

【0019】

図 1 と共に図 2 を参照すると、触媒コンバータ 22 はステップモータ 60 により駆動される切替弁 61 を具備し、この切替弁 61 の流入ポート 62 に排気管 20a の出口が接続される。また、流入ポート 62 に対向する切替弁 61 の流出ポート 63 には触媒コンバータ 22 の排気ガス排出管 64 が接続される。切替弁 61 は更に、流入ポート 62 及び流出ポート 63 を結ぶ直線の両側において互いに対向する一对の流入流出ポート 65, 66 を有しており、これら流入流出ポート 65, 66 には触媒コンバータ 22 の環状排気管 67 の両端がそれぞれ接続される。なお、排気ガス排出管 64 の出口には排気管 23 が接続される。

【0020】

環状排気管 67 は排気ガス排出管 64 を貫通して延びており、環状排気管 67 の排気ガス排出管 64 内に位置する部分にはフィルタ収容室 68 が形成される。このフィルタ収容室 68 内には排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタ 69 が収容される。なお、図 2 において 69a 及び 69b はパティキュレートフィルタ 69 の一端面及び他端面をそれぞれ示している。

【0021】

パティキュレートフィルタ 69 の一端面 69a を含む触媒コンバータ 22 の部分縦断面図を示す図 2 (A)、及び触媒コンバータ 22 の部分横断面図を示す図 2 (B) に示されるようにパティキュレートフィルタ 69 はハニカム構造をなしており、互いに平行をなして延びる複数個の排気ガス通路 70, 71 を具備する。これら排気ガス通路は一端が開放されかつ他端がシール材 72 により閉塞されている排気ガス通路 70 と、他端が開放されかつ一端がシール材 73 により閉塞されている排気ガス通路 71 とにより構成される。なお、図 2 (A) においてハッチングを付した部分はシール材 73 を示している。これら排気ガス通路 70, 71 は例えばコージェライトのような多孔質材から形成される薄肉の隔壁 74 を介して交互に配置される。云い換えると排気ガス通路 70, 71 は各排気ガス通路 70 が 4 つの排気ガス通路 71 によって包囲され、各排気ガス通路 71 が 4 つの排気ガス通路 70 によって包囲されるように配置される。

## 【 0 0 2 2 】

パティキュレートフィルタ 6 9 上には後述するように  $\text{NO}_x$  触媒 8 1 が担持されている。一方、切替弁 6 1 の流出ポート 6 3 と環状排気管 6 7 が貫通している部分との間の排気ガス排出管 6 4 内には触媒収容室 7 5 が形成されており、この触媒収容室 7 5 内にはハニカム構造の基材に担持された酸化能を有する補助触媒 7 6 が収容される。

## 【 0 0 2 3 】

また、切替弁 6 1 の流入流出ポート 6 5 とパティキュレートフィルタ 6 9 間の環状排気管 6 7 にはパティキュレートフィルタ 6 9 に還元剤を供給するための電気制御式還元剤供給弁 7 7 が取り付けられる。還元剤供給弁 7 7 には電気制御式の還元剤ポンプ 7 8 から還元剤が供給される。本発明による実施例では還元剤として内燃機関の燃料即ち軽油が用いられている。なお、本発明による実施例では流入流出ポート 6 6 とパティキュレートフィルタ 6 9 間の環状排気管 6 7 に還元剤供給弁が配置されていない。

## 【 0 0 2 4 】

更に図 1 を参照すると、排気マニホールド 1 9 とサージタンク 1 2 とは排気ガス再循環（以下、EGR と称す）通路 2 4 を介して互いに連結され、EGR 通路 2 4 内には電気制御式 EGR 制御弁 2 5 が配置される。また、EGR 通路 2 4 周りには EGR 通路 2 4 内を流れる EGR ガスを冷却するための冷却装置 2 6 が配置される。図 1 に示される実施例では機関冷却水が冷却装置 2 6 内に導かれ、機関冷却水によって EGR ガスが冷却される。

## 【 0 0 2 5 】

一方、各燃料噴射弁 6 は燃料供給管 6 a を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール 2 7 に連結される。このコモンレール 2 7 内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ 2 8 から燃料が供給され、コモンレール 2 7 内に供給された燃料は各燃料供給管 6 a を介して燃料噴射弁 6 に供給される。コモンレール 2 7 にはコモンレール 2 7 内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ 2 9 が取付けられ、燃料圧センサ 2 9 の出力信号に基づいてコモンレール 2 7 内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ 2 8 の吐出量が制御される。

## 【 0 0 2 6 】

電子制御ユニット 4 0 はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス 4 1 によって互いに接続された ROM (リードオンリメモリ) 4 2、RAM (ランダムアクセスメモリ) 4 3、CPU (マイクロプロセッサ) 4 4、入力ポート 4 5 及び出力ポート 4 6 を具備する。燃料圧センサ 2 9 の出力信号は対応する AD 変換器 4 7 を介して入力ポート 4 5 に入力される。パティキュレートフィルタ 6 9 に関し還元剤供給弁 7 7 と反対側に位置する環状排気管 6 7 内にはこの環状排気管 6 7 内を流通する排気ガスの状態量を検出するための状態量センサ 4 8 が取り付けられ、状態量センサ 4 8 の出力電圧は対応する AD 変換器 4 7 を介して入力ポート 4 5 に入力される。排気管 2 0 a には排気管 2 0 a 内の圧力、即ち機関背圧を検出するための圧力センサ 4 9 が取り付けられ、圧力センサ 4 9 の出力電圧は対応する AD 変換器 4 7 を介して入力ポート 4 5 に入力される。また、アクセルペダル 5 0 にはアクセルペダル 5 0 の踏み込み量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ 5 1 が接続され、負荷センサ 5 1 の出力電圧は対応する AD 変換器 4 7 を介して入力ポート 4 5 に入力される。更に入力ポート 4 5 にはクランクシャフトが例えば 3 0° 回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ 5 2 が接続される。

## 【 0 0 2 7 】

一方、出力ポート 4 6 は対応する駆動回路 5 3 を介して燃料噴射弁 6、スロットル弁駆動用ステップモータ 1 6、EGR 制御弁 2 5、燃料ポンプ 2 8、切替弁駆動用ステップモータ 6 0、還元剤供給弁 7 7、及び還元剤剤ポンプ 7 8 にそれぞれ接続され、これらは電子制御ユニット 4 0 からの出力信号に基づいて制御される。

## 【 0 0 2 8 】

切替弁 6 1 は通常、図 3 (B) において実線で示される位置と破線で示される位置とのうちいずれか一方に位置せしめられる。切替弁 6 1 が図 3 (B) において実線で示される位置に位置せしめられると、流入ポート 6 2 が切替弁 6 1 によって流出ポート 6 3 及び流入流出ポート 6 6 との連通が遮断されながら流入流出ポート 6 5 に連通され、流出ポート 6 3 が切替弁 6 1 によって流入流出ポート 6

6に連通される。その結果、図3（B）において実線の矢印で示されるように排気管20a内を流通する全ての排気ガスが流入ポート62及び流入流出ポート65を順次介して環状排気管67内に流入し、次いでパティキュレートフィルタ69を通過した後に流入流出ポート66及び流出ポート63を順次介して排気ガス排出管64内に流出する。

## 【0029】

これに対し、切替弁61が図3（B）において破線で示される位置に位置せしめられると、流入ポート62が切替弁61によって流出ポート63及び流入流出ポート65との連通が遮断されながら流入流出ポート66に連通され、流出ポート63が切替弁61によって流入流出ポート65に連通される。その結果、図3（B）において破線の矢印で示されるように排気管20a内を流通する全ての排気ガスが流入ポート62及び流入流出ポート66を順次介して環状排気管67内に流入し、次いでパティキュレートフィルタ69を通過した後に流入流出ポート65及び流出ポート63を順次介して排気ガス排出管64内に流出する。

## 【0030】

このように切替弁61の位置を切り替えることによって環状排気管67内における排気ガスの流れが反転する。言い換えると、排気ガスが $\text{NO}_x$ 触媒81内にその一端面を介し流入し $\text{NO}_x$ 触媒81からその他端面を介し流出するように排気ガスを案内するか、又は $\text{NO}_x$ 触媒81内にその他端面を介し流入し $\text{NO}_x$ 触媒81からその一端面を介し流出するように排気ガスを案内するかを切り替え可能になっている。以下では、図3（B）において実線で示される排気ガスの流れを順流と称し、破線で示される排気ガスの流れを逆流と称することにする。また、図3（B）において実線で示される切替弁61の位置を順流位置と称し、破線で示される切替弁61の位置を逆流位置と称する。

## 【0031】

流出ポート66を介し排気ガス排出管64内に流出した排気ガスは図3（A）及び（B）に示されるように、次いで触媒76を通過し、環状排気管67の外周面に沿いつつ進行した後に排気管23内に流出する。

## 【0032】

パティキュレートフィルタ 69 における排気ガスの流れを説明すると、順流時には排気ガスは一端面 69 a を介しパティキュレートフィルタ 69 内に流入し、他端面 69 b を介しパティキュレートフィルタ 69 から流出する。このとき、排気ガスは一端面 69 a 内に開口している排気ガス通路 70 内に流入し、次いで周囲の隔壁 74 内を通過して隣接する排気ガス通路 71 内に流出する。一方、逆流時には排気ガスは他端面 69 b を介しパティキュレートフィルタ 69 内に流入し、一端面 69 a を介しパティキュレートフィルタ 69 から流出する。このとき、排気ガスは他端面 69 b 内に開口している排気ガス通路 71 内に流入し、次いで周囲の隔壁 74 内を通過して隣接する排気ガス通路 70 内に流出する。

## 【0033】

パティキュレートフィルタ 69 の隔壁 74 上即ち例えば隔壁 74 の両側面及び細孔内壁面上には、図 4 に示されるように  $\text{NO}_x$  触媒 81 がそれぞれ担持されている。この  $\text{NO}_x$  触媒 81 は例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウム K、ナトリウム Na、リチウム Li、セシウム Cs のようなアルカリ金属、バリウム Ba、カルシウム Ca のようなアルカリ土類、ランタン La、イットリウム Y のような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金 Pt、パラジウム Pd、ロジウム Rh、イリジウム Ir のような貴金属とが担持されている。

## 【0034】

$\text{NO}_x$  触媒は流入する排気ガスの平均空燃比がリーン有的时候には  $\text{NO}_x$  を蓄え、流入する排気ガスの空燃比が低下したときに排気ガス中に還元剤が含まれていると蓄えている  $\text{NO}_x$  を還元して蓄えている  $\text{NO}_x$  の量を減少させる蓄積還元作用を行う。

## 【0035】

$\text{NO}_x$  触媒の蓄積還元作用の詳細なメカニズムについては完全には明らかにされていない。しかしながら、現在考えられているメカニズムを、担体上に白金 Pt 及びバリウム Ba を担持させた場合を例にとって簡単に説明すると次のようになる。

## 【0036】

即ち、 $\text{NO}_x$  触媒に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比よりもかなりリー

ンになると流入する排気ガス中の酸素濃度が大巾に増大し、酸素 $O_2$ が $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入する排気ガス中のNOは白金Ptの表面に付着し白金Ptの表面上で $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ と反応し、 $NO_2$ となる( $NO + O_2 \rightarrow NO_2 + O^*$ 、ここで $O^*$ は活性酸素)。次いで生成された $NO_2$ の一部は白金Pt上でさらに酸化されつつ $NO_X$ 触媒内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、硝酸イオン $NO_3^-$ の形で $NO_X$ 触媒内に拡散する。このようにして $NO_X$ が $NO_X$ 触媒内に蓄えられる。

## 【0037】

これに対し、 $NO_X$ 触媒に流入する排気ガスの空燃比がリッチ又は理論空燃比になると、排気ガス中の酸素濃度が低下して $NO_2$ の生成量が低下し、反応が逆方向( $NO_3^- \rightarrow NO + 2O^*$ )に進み、斯くして $NO_X$ 触媒内の硝酸イオン $NO_3^-$ がNOの形で $NO_X$ 触媒から放出される。この放出された $NO_X$ は排気ガス中に還元剤即ちHC、COが含まれているとこれらHC、COと反応して還元せしめられる。このようにして白金Ptの表面上に $NO_X$ が存在しなくなると $NO_X$ 触媒から次から次へと $NO_X$ が放出されて還元され、 $NO_X$ 触媒内に蓄えられている $NO_X$ の量が次第に減少する。

## 【0038】

なお、硝酸塩を形成することなく $NO_X$ を蓄え、 $NO_X$ を放出することなく $NO_X$ を還元することも可能である。また、活性酸素 $O^*$ に着目すれば、 $NO_X$ 触媒は $NO_X$ の蓄積及び放出に伴って活性酸素 $O^*$ を生成する活性酸素生成触媒と見ることもできる。

## 【0039】

一方、補助触媒76は本発明による実施例では、アルカリ金属、アルカリ土類、及び希土類を含むことなく貴金属例えば白金Ptを含む貴金属触媒から形成される。しかしながら、補助触媒76を上述した $NO_X$ 触媒から形成してもよい。

## 【0040】

ここで、パティキュレートフィルタ69は環状排気管67のほぼ中央部に配置されており、即ち切替弁61の流入ポート62からパティキュレートフィルタ69までの距離と、パティキュレートフィルタ69から流出ポート63までの距離

とが切替弁 6 1 が順流位置にあるときと逆流位置にあるときとでほとんど変わらない。このことはパティキュレートフィルタ 6 9 の状態例えば温度が切替弁 6 1 が順流位置にあるときと逆流位置にあるときとでほとんど変わらないことを意味しており、従って切替弁 6 1 の位置に応じた特別な制御を必要としない。

#### 【 0 0 4 1 】

本発明による実施例では、状態量センサ 4 8 が排気ガス中の酸素濃度  $CO_X$  に比例した出力電圧を発生する酸素濃度センサから構成されている。即ち、酸素濃度センサ 4 8 は切替弁 6 1 が順流位置にあるときには  $NO_X$  触媒 8 1 から流出した排気ガス中の酸素濃度を検出し、切替弁 6 1 が逆流位置にあるときには  $NO_X$  触媒 8 1 内に流入する排気ガス中の酸素濃度を検出する。この酸素濃度センサ 4 8 の出力  $OP$  の一例が図 5 に示されている。なお、酸素濃度センサ 4 8 の出力  $OP$  は  $NO_X$  触媒 8 1 から流出する排気ガスの空燃比を表しており、出力  $OP$  がゼロの場合には  $NO_X$  触媒 8 1 から流出する排気ガスの空燃比が理論空燃比である場合に、正值の場合にはリーンの場合に、負値の場合にはリッチの場合に、それぞれ相当する。

#### 【 0 0 4 2 】

さて、上述したように順流時であろうと逆流時であろうと排気ガスはパティキュレートフィルタ 6 9 を通過する。また、図 1 に示される内燃機関はリーン空燃比のもとでの燃焼が継続して行われており、従ってパティキュレートフィルタ 6 9 内に流入する排気ガスの空燃比はリーンに維持されている。その結果、排気ガス中の  $NO_X$  はパティキュレートフィルタ 6 9 上の  $NO_X$  触媒 8 1 内に蓄えられる。

#### 【 0 0 4 3 】

時間の経過と共に  $NO_X$  触媒 8 1 内の蓄積  $NO_X$  量は次第に増大する。そこで本発明による実施例では、例えば  $NO_X$  触媒 8 1 内の蓄積  $NO_X$  量が許容量を越えたときには、 $NO_X$  触媒 8 1 内に蓄えられている  $NO_X$  を還元し  $NO_X$  触媒 8 1 内の蓄積  $NO_X$  量を減少させるために、還元剤供給弁 7 7 から  $NO_X$  触媒 8 1 に還元剤を一時的に供給する蓄積  $NO_X$  量減少制御を行うようにしている。

#### 【 0 0 4 4 】

図7を参照しつつ図6に示される蓄積 $\text{NO}_X$ 量減少制御ルーチンを参照して蓄積 $\text{NO}_X$ 量減少制御を具体的に説明すると、まずステップ200では $\text{NO}_X$ 触媒81内の蓄積 $\text{NO}_X$ 量 $Q_N$ が算出される。この蓄積 $\text{NO}_X$ 量 $Q_N$ は例えば $\text{NO}_X$ 触媒81内に流入する排気ガスの空燃比がリーンのときに $\text{NO}_X$ 触媒81内に単位時間当たり流入した $\text{NO}_X$ 量の積算値に基づいて求めることができる。続くステップ201では蓄積 $\text{NO}_X$ 量 $Q_N$ が許容量 $Q_{N1}$ よりも多いか否かが判別される。 $Q_N \leq Q_{N1}$ のときには処理サイクルを終了し、 $Q_N > Q_{N1}$ のときには次いでステップ202に進んで切替弁61を順流位置から逆流位置に又はその逆に切り替えながら、還元剤供給弁77から還元剤が1回だけ噴射される。

#### 【0045】

即ち、 $\text{NO}_X$ 触媒81内の蓄積 $\text{NO}_X$ 量が許容量を越えると、図7にXで示される時期に切替弁61を例えば逆流位置から順流位置に切り替えるべき信号が発せられ、切替弁61が逆流位置から順流位置に切り替えられる。切替弁61が逆流位置から順流位置に切り替えられる際に、流入ポート62と流出ポート63とが一時的に直接的に接続される。このため、切替弁61が例えば逆流位置から順流位置に切り替えられるときには、図7に示されるように $\text{NO}_X$ 触媒81内を逆流方向に流通する排気ガスの量が次第に減少し、 $\text{NO}_X$ 触媒81を迂回する排気ガスの量が次第に増大する。次いで、 $\text{NO}_X$ 触媒81内を流通する排気ガスの量が一旦ゼロになった後に、 $\text{NO}_X$ 触媒81内を順流方向に流通する排気ガスの量が次第に増大し、 $\text{NO}_X$ 触媒81を迂回する排気ガスの量が次第に減少する。即ち、切替弁61を順流位置から逆流位置に又はその逆に切り替えると $\text{NO}_X$ 触媒81内を順流方向に流通する排気ガスの量を一時的に低減することができ、このとき還元剤供給弁77から還元剤を供給すれば、 $\text{NO}_X$ 触媒81内に流入する排気ガスの空燃比をリッチにするのに必要な還元剤の量を低減することができることになる。また、このとき $\text{NO}_X$ 触媒81内における排気ガスの空間速度が低下するので $\text{NO}_X$ 触媒81内における還元剤の滞留時間が長くなり、従って還元剤を有効に利用できることにもなる。なお、 $\text{NO}_X$ 触媒81に供給された還元剤は順流方向の排気ガス流れによって $\text{NO}_X$ 触媒81全体に拡散せしめられる。

#### 【0046】

本発明による実施例では、基準時期から時間  $t_C$  だけ経過したときに供給時間  $t_{FN}$  だけ還元剤が供給され、このとき排気ガスが  $\text{NO}_X$  触媒 81 内を順流方向にわずかな量  $Q_{EXA}$  だけ流通している。この  $Q_{EXA}$  は  $\text{NO}_X$  を還元しかつ蓄積  $\text{NO}_X$  量を減少させるために最適な排気ガス流量であり、従って還元剤供給弁 77 還元剤が供給されるときに  $\text{NO}_X$  触媒 81 内を流通する排気ガスの量が最適流量  $Q_{EXA}$  になるように経過時間  $t_C$  が予め設定されているということになる。なお、切替弁 61 が順流位置から逆流位置に切り替えられるときの  $t_C$  と、逆流位置から順流位置に切り替えられるときの  $t_C$  とは若干異なる。しかしながら、以下ではこれら  $t_C$  をひとまとめにして説明することにする。

## 【0047】

上述した基準時期はどのように定めてもよいが、本発明による実施例では図 7 に矢印 X で示される、切替弁 61 を順流位置から逆流位置に又はその逆に切り替えるべき信号が発せられた時期に設定されている。

## 【0048】

ところで、排気ガス中にはイオウ分が  $\text{SO}_X$  の形で含まれており、 $\text{NO}_X$  触媒 81 内には  $\text{NO}_X$  ばかりでなく  $\text{SO}_X$  も蓄えられる。この  $\text{SO}_X$  の  $\text{NO}_X$  触媒 81 内への蓄積メカニズムは  $\text{NO}_X$  の蓄積メカニズムと同じであると考えられる。即ち、担体上に白金 Pt 及びバリウム Ba を担持させた場合を例にとって簡単に説明すると、 $\text{NO}_X$  触媒 81 に流入する排気ガスの空燃比がリーンのときには上述したように酸素  $\text{O}_2$  が  $\text{O}_2^-$  又は  $\text{O}^{2-}$  の形で白金 Pt の表面に付着しており、流入する排気ガス中の  $\text{SO}_2$  は白金 Pt の表面に付着し白金 Pt の表面上で  $\text{O}_2^-$  又は  $\text{O}^{2-}$  と反応し、 $\text{SO}_3$  となる。次いで生成された  $\text{SO}_3$  は白金 Pt 上でさらに酸化されつつ  $\text{NO}_X$  触媒 81 内に吸収されて酸化バリウム  $\text{BaO}$  と結合しながら、硫酸イオン  $\text{SO}_4^-$  の形で  $\text{NO}_X$  触媒 81 内に拡散する。この硫酸イオン  $\text{SO}_4^-$  は次いでバリウムイオン  $\text{Ba}^+$  と結合して硫酸塩  $\text{BaSO}_4$  を生成する。

## 【0049】

この硫酸塩  $\text{BaSO}_4$  は分解しにくく、 $\text{NO}_X$  触媒 81 内に流入する排気ガスの空燃比をただ単にリッチにしても  $\text{NO}_X$  触媒 81 内の硫酸塩  $\text{BaSO}_4$  の量は

減少しない。このため、時間が経過するにつれて $\text{NO}_X$ 触媒 81 内の硫酸塩  $\text{BaSO}_4$  の量が増大し、その結果 $\text{NO}_X$ 触媒 81 が蓄えうる $\text{NO}_X$ の量が減少することになる。

## 【0050】

ところが、 $\text{NO}_X$ 触媒 81 の温度を $550^\circ\text{C}$ 以上に維持しつつ $\text{NO}_X$ 触媒 81 に流入する排気ガスの平均空燃比を理論空燃比又はリッチにすると、 $\text{NO}_X$ 触媒 81 内の硫酸塩  $\text{BaSO}_4$  が分解して $\text{SO}_3$ の形で $\text{NO}_X$ 触媒 81 から放出される。この放出された $\text{SO}_3$ は排気ガス中に還元剤即ち $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ が含まれているとこれら $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ と反応して $\text{SO}_2$ に還元せしめられる。このようにして $\text{NO}_X$ 触媒 81 内に硫酸塩  $\text{BaSO}_4$  の形で蓄えられている $\text{SO}_X$ の量が次第に減少し、このとき $\text{NO}_X$ 触媒 81 から $\text{SO}_X$ が $\text{SO}_3$ の形で流出することがない。

## 【0051】

そこで本発明による実施例では、例えば $\text{NO}_X$ 触媒 81 内の蓄積 $\text{SO}_X$ 量が許容量を越えたときには、 $\text{NO}_X$ 触媒 81 内の蓄積 $\text{SO}_X$ 量を減少させるために、 $\text{NO}_X$ 触媒 81 に流入する排気ガスの平均空燃比を理論空燃比又はリッチに維持しつつ $\text{NO}_X$ 触媒 81 の温度を $\text{SO}_X$ 量減少要求温度 $T_{NS}$ 例えば $550^\circ\text{C}$ 以上に維持する蓄積 $\text{SO}_X$ 量減少制御を行うようにしている。

## 【0052】

図 9 及び図 10 を参照しつつ図 8 に示される蓄積 $\text{SO}_X$ 量減少制御ルーチンを参照して蓄積 $\text{SO}_X$ 量減少制御を具体的に説明すると、まずステップ 210 では $\text{NO}_X$ 触媒 81 内の蓄積 $\text{SO}_X$ 量 $Q_S$ が算出される。この蓄積 $\text{SO}_X$ 量 $Q_S$ は燃料噴射弁 6 から供給された燃料及び還元剤供給弁 77 から供給された還元剤（燃料）の積算値に基づいて求めることができる。続くステップ 211 では蓄積 $\text{SO}_X$ 量 $Q_S$ が許容量 $Q_{S1}$ よりも多いか否かが判別される。 $Q_S \leq Q_{S1}$ のときには処理サイクルを終了し、 $Q_S > Q_{S1}$ のときには次いでステップ 212 に進み、図 9 に示されるように切替弁 61 が例えば順流位置から図 10 に示されるような弱順流位置に切り替えられ保持しながら、還元剤供給弁 77 から還元剤が供給される。

## 【0053】

切替弁 61 が弱順流位置に保持されると、図 10 に矢印で示されるように排気管 20 a 内を流通した排気ガスのうち一部の排気ガスが流入流出ポート 65 を介し環状排気管 67 内に流入し、次いで  $\text{NO}_x$  触媒 81 内を順流方向に流通し、残りの排気ガスが流入ポート 62 から流出ポート 63 を介し直接的に排気ガス排出管 64 内に流出し即ち  $\text{NO}_x$  触媒 81 を迂回して補助触媒 76 内に流入する。従って、この場合にも  $\text{NO}_x$  触媒 81 内に流入する排気ガスの量を減少させながら、 $\text{NO}_x$  触媒 81 に還元剤を供給しているということになる。

## 【0054】

蓄積  $\text{SO}_x$  量減少制御では図 9 に示されるように還元剤が供給時間  $t_{FS}$  だけ供給される。この供給時間  $t_{FS}$  は  $\text{NO}_x$  触媒 81 内に流入する排気ガスの平均空燃比を例えばわずかばかりリッチに維持しつつ  $\text{NO}_x$  触媒 81 の温度を  $\text{SO}_x$  量減少要求温度  $T_{NS}$  以上に維持するのに必要な供給時間である。

## 【0055】

続くステップ 213 では、切替弁 61 を弱順流位置に保持しつつ還元剤が供給されてから時間  $t_S$  だけ経過したか否かが判別される。この時間  $t_S$  は  $\text{NO}_x$  触媒 81 内の蓄積  $\text{SO}_x$  量をほぼゼロにするのに必要な時間であって、予め定められている。時間  $t_S$  だけ経過するまでステップ 212 に戻って切替弁 61 を弱順流位置に保持しつつ還元剤が繰り返し供給され、時間  $t_S$  だけ経過するとステップ 214 に進んで切替弁 61 が例えば順流位置に切り替えられる。即ち、蓄積  $\text{SO}_x$  量減少制御が完了される。

## 【0056】

なお、切替弁 61 が図 9 に示されるバイパス位置に保持されると、排気管 20 a 内を流通した全ての排気ガスが流入ポート 62 から流出ポート 63 を介し直接的に排気ガス排出管 64 内に流出し即ち  $\text{NO}_x$  触媒 81 及びパティキュレートフィルタ 69 を迂回し、排気ガスが  $\text{NO}_x$  触媒 81 内及びパティキュレートフィルタ 69 内を流通しない。このように切替弁 61 の流入ポート 62 から流出ポート 63 までの排気ガス流路はパティキュレートフィルタ 69 を迂回するバイパス通路として作用しうることになる。

## 【0057】

また、図 9 において O P A は酸素濃度センサ 4 8 の出力 O P の平均値を表しており、図 9 に示される例では蓄積  $\text{SO}_\text{X}$  量減少制御が行われているときの出力平均値 O P A は負値になっている。更に、図 9 において D は切替弁 6 1 の開弁割合ないし位置を表しており、即ち切替弁 6 1 がバイパス位置にあるときには  $D = 0$  となり、切替弁 6 1 が順流位置に向かうにつれて開弁割合 D が大きくなる。従って、開弁割合 D が大きくなるにつれて  $\text{NO}_\text{X}$  触媒 8 1 内を流通する排気ガスの量が多くなる。本発明による実施例では、 $\text{NO}_\text{X}$  触媒 8 1 内を流通する排気ガスの量が、良好な蓄積  $\text{SO}_\text{X}$  量減少制御を行うのに最適な量に保持されるように、弱順流位置を表す開弁割合 D が設定されている。

## 【 0 0 5 8 】

このように本発明による実施例の蓄積  $\text{SO}_\text{X}$  量減少制御では、 $\text{NO}_\text{X}$  触媒内に流入する排気ガスの量が目標となる最適値まで減少されて一時的に保持され、次いで元の量に戻されるということになる。これに対し、本発明による実施例の蓄積  $\text{NO}_\text{X}$  量減少制御では、 $\text{NO}_\text{X}$  触媒 8 1 内に流入する排気ガスの量が減少されてから元の量に戻るまで連続的に変化されるということになる。なお、蓄積  $\text{SO}_\text{X}$  量減少制御において、切替弁 6 1 を順流位置から逆流位置に又はその逆に交互に繰り返し切り替えると共に、切替弁 6 1 が順流位置から逆流位置に又はその逆に切り替えられるときに還元剤を供給するようにしてもよい。

## 【 0 0 5 9 】

一方、排気ガス中に含まれる主に炭素の固体からなる微粒子はパティキュレートフィルタ 6 9 上に捕集される。即ち、概略的に説明すると、順流時には排気ガス通路 7 0 側の隔壁 7 4 の側面上及び細孔内に微粒子が捕集され、逆流時には排気ガス通路 7 1 側の隔壁 7 4 の側面上及び細孔内に微粒子が捕集される。図 1 に示される内燃機関はリーン空燃比のもとでの燃焼が継続して行われており、また、 $\text{NO}_\text{X}$  触媒 8 1 は酸化能を有しているので、パティキュレートフィルタ 6 9 の温度が微粒子を酸化しうる温度、例えば  $250^\circ\text{C}$  以上に維持されていれば、パティキュレートフィルタ 6 9 上で微粒子が酸化せしめられ除去される。

## 【 0 0 6 0 】

この場合、上述した  $\text{NO}_\text{X}$  触媒 8 1 の  $\text{NO}_\text{X}$  の蓄積還元メカニズムによれば、

NO<sub>x</sub>触媒 81 内に NO<sub>x</sub> が蓄えられるときにも NO<sub>x</sub> が放出されるときにも活性酸素が生成される。この活性酸素は酸素 O<sub>2</sub> よりも活性が高く、従ってパティキュレートフィルタ 69 上に堆積している微粒子を速やかに酸化する。即ち、パティキュレートフィルタ 69 上に NO<sub>x</sub> 触媒 81 を担持させると、パティキュレートフィルタ 69 内に流入する排気ガスの空燃比がリーンであろうとリッチであろうとパティキュレートフィルタ 69 上に堆積している微粒子が酸化される。このようにして微粒子が連続的に酸化される。

## 【0061】

ところが、パティキュレートフィルタ 69 の温度が微粒子を酸化しうる温度に維持されなくなるか又は単位時間当たりにパティキュレートフィルタ 69 内に流入する微粒子の量がかかなり多くなると、パティキュレートフィルタ 69 上に堆積する微粒子の量が次第に増大し、パティキュレートフィルタ 69 の圧損が増大する。そこで本発明による実施例では、例えばパティキュレートフィルタ 69 上の堆積微粒子量が許容最大量を越えたときには、パティキュレートフィルタ 69 に流入する排気ガスの空燃比をリーンに維持しつつパティキュレートフィルタ 69 の温度を微粒子酸化要求温度 TNP 例えば 600℃ 以上まで上昇し次いで微粒子酸化要求温度 TNP 以上に維持する微粒子酸化制御が行われる。この微粒子酸化制御が行われるとパティキュレートフィルタ 69 上に堆積した微粒子が着火燃焼せしめられ除去される。なお、図 1 に示される実施例では、切替弁 61 が順流位置又は逆流位置に保持されているときに圧力センサ 49 により検出される機関背圧が許容値を越えたときにパティキュレートフィルタ 69 上の堆積微粒子量が許容最大量を越えたと判断される。

## 【0062】

ところで、本発明による実施例の蓄積 NO<sub>x</sub> 量減少制御では上述したように、切替弁 61 を切り替えるべき信号が発せられた時期 X から時間 tC だけ経過すると還元剤供給弁 77 から還元剤が供給される。ところが、還元剤供給弁 77 の性能にはバラツキがあり、実際の経過時間が正規の経過時間に一致しない場合がある。この場合、図 11 の Y1 で示される例のように時期 X から還元剤が供給されるまでの経過時間が正規の経過時間よりも長いと、還元剤が供給されるとき

気ガス流量が最適量  $Q_{EXA}$  よりも多くなり、その結果  $NO_X$  触媒 81 内に流入する排気ガスの空燃比を十分にリッチにできず、 $NO_X$  触媒 81 内における排気ガスの空間速度を十分に低下させることができなくなる。また、図 11 の Y2 で示される例のように時期 X から還元剤が供給されるまでの経過時間が正規の経過時間よりも短いと、排気ガスが逆流方向に流通しているときに還元剤が供給されることになり、従って還元剤が  $NO_X$  触媒 81 に到達できなくなる。

## 【0063】

また、切替弁 61 又は切替弁駆動用ステップモータ 60 の性能にもバラツキがあり、時期 X から還元剤が実際に供給されるまでの経過時間が正規の経過時間に維持されているとしても、還元剤が供給されるときの実際の排気ガス流量が最適量  $Q_{EXA}$  から逸脱する恐れがある。即ち、図 12 の Z1 で示される例のように切替弁 61 の切替速度が正規の切替速度  $V_A$  よりも高いと、上述した経過時間が長い場合と同様に、還元剤が供給されるときに排気ガス流量が最適量  $Q_{EXA}$  よりも多くなり、図 12 の Z2 で示される例のように切替速度が正規の切替速度  $V_A$  よりも低いと、経過時間が短い場合と同様に、還元剤が供給されるときに排気ガスが逆流方向に流通する。

## 【0064】

同様に、蓄積  $SO_X$  量減少制御では上述したように切替弁 61 が弱順流位置に保持されるところ、このときの切替弁 61 の開弁割合  $D$  が正規の開弁割合に一致しない恐れがある。この場合、実際の開弁割合が正規の開弁割合よりも大きいと還元剤が供給されるときに排気ガス流量が最適量  $Q_{EXA}$  よりも多くなり、実際の開弁割合が正規の開弁割合よりも小さいと還元剤が供給されるときに排気ガス流量が最適量  $Q_{EXA}$  よりも少なくなる。

## 【0065】

そこで本発明による実施例では、還元剤が供給されるときに  $NO_X$  触媒 81 内を順流方向に流通する排気ガスの量が最適な量に維持されるようにこの排気ガスの量を補正する排気ガス量補正制御を行うようにしている。

## 【0066】

$NO_X$  触媒 81 に還元剤が供給されると  $NO_X$  触媒 81 から流出する排気ガス

中の酸素濃度が変動する。即ち、図 7 に示される例では、基準時期例えば切替弁 6 1 を切り替えるべき信号が発せられた時期 X から時間  $t_P$  だけ経過すると、酸素濃度センサ 4 8 の出力 OP が一時的に低下してピーク値が PK で表されるピークが発生する。或いは、出力 OP が一時的に DLT だけ減少する。図 9 に示される例では、蓄積  $SO_X$  量減少制御が行われている間、酸素濃度センサ 4 8 の出力平均値 OPA が負値に維持される。

## 【 0 0 6 7 】

これらピーク値 PK、減少分 DLT、ピークが発生するまでの経過時間  $t_P$ 、出力平均値 OPA などは  $NO_X$  触媒 8 1 内における還元剤の反応状態に依存し、この還元剤の反応状態は還元剤が供給されるときに  $NO_X$  触媒 8 1 内を流通している排気ガス量に依存する。従って、還元剤が供給されるときに排気ガス流量が最適から逸脱しているか否かは  $NO_X$  触媒 8 1 から流出する排気ガス中の酸素濃度の変化に基づいて判断することができることになる。

## 【 0 0 6 8 】

そこで本発明による実施例では、還元剤供給弁 7 7 から還元剤が供給されたことにより変動しうる、 $NO_X$  触媒 8 1 から排出された排気ガスの酸素濃度を検出し、この酸素濃度に基づいて上述した排気ガス量補正制御を行うようにしている。

## 【 0 0 6 9 】

一方、還元剤供給弁 7 7 から実際に供給される還元剤の量は供給時間に依存する。この供給時間も還元剤供給弁 7 7 の性能のバラツキの影響を受け、即ち実際に供給された還元剤の量が正規の量から逸脱している恐れがある。

## 【 0 0 7 0 】

ところが、この場合にも、実際に供給された還元剤の量が正規の量から逸脱しているか否かは  $NO_X$  触媒 8 1 から流出する排気ガス中の酸素濃度変化に基づいて判断できる。

## 【 0 0 7 1 】

そこで本発明による実施例では、還元剤供給弁 7 7 から還元剤が供給されたことにより変動しうる、 $NO_X$  触媒 8 1 から排出された排気ガスの酸素濃度を検出

し、この酸素濃度に基づき、還元剤供給弁 77 から供給される還元剤の量が正規の量になるように、供給される還元剤の量を補正する還元剤量補正制御を行うようにしている。

#### 【0072】

次に、本発明による第 1 実施例を説明する。本発明による第 1 実施例では、まず還元剤量補正制御が行われ、還元剤量補正制御が完了した後に排気ガス量補正制御が行われる。

#### 【0073】

本発明による第 1 実施例の還元剤量補正制御では、還元剤供給弁 77 から供給される還元剤の量が正規の量になるように、蓄積  $\text{NO}_x$  量減少制御における供給時間  $t_{FN}$  及び蓄積  $\text{SO}_x$  量減少制御における供給時間  $t_{FS}$  を補正するための還元剤量補正係数  $K_R$  が算出される。即ち、供給時間  $t_{FN}$ 、 $t_{FS}$  が還元剤量補正係数  $K_R$  によって補正される ( $t_{FN} = t_{FN} \cdot K_R$ 、 $t_{FS} = t_{FS} \cdot K_R$ )。この場合、還元剤量補正係数  $K_R$  が大きくなると供給時間  $t_{FN}$ 、 $t_{FS}$  が長くなり、還元剤量補正係数  $K_R$  が小さくなると供給時間  $t_{FN}$ 、 $t_{FS}$  が短くなる。補正する必要がない場合には  $K_R = 1.0$  に維持される。

#### 【0074】

還元剤量補正係数  $K_R$  の算出方法について説明すると、本発明による第 1 実施例では、例えば機関回転数及び要求負荷により特定される機関運転状態が予め定められた設定運転状態のときに、切替弁 61 を順流位置に固定しながら、時間  $t_{F0}$  だけ還元剤供給弁 77 から還元剤が供給される。ここで、設定運転状態は例えばアイドル運転であり、時間  $t_{F0}$  は例えば出力  $OP$  をほぼゼロにするのに必要な供給時間である。

#### 【0075】

還元剤が供給されると  $\text{NO}_x$  触媒 81 から排出された排気ガス中の酸素濃度にピークが発生する。この場合、実際に供給された還元剤の量が時間  $t_{F0}$  に対応する正規の還元剤量よりも多ければ酸素濃度センサ 48 の出力  $OP$  のピーク値  $P_K$  が正規の還元剤量に相当する目標ピーク値  $P_{KTP}$  (負値) よりも小さくなり、実際に供給された還元剤の量が正規の量よりも少なければピーク値  $P_K$  が目標

ピーク値  $PK_{TP}$  よりも大きくなる。なお、目標ピーク値  $PK_{TP}$  は予め実験により求められている。

## 【0076】

そこで本発明による第1実施例では、 $PK > PK_{TP}$  のときには還元剤量補正係数  $K_R$  を減少し、 $PK < PK_{TP}$  のときには還元剤量補正係数  $K_R$  を増大するようにしている。このようにして還元剤量補正係数  $K_R$  が逐次更新され、供給時間  $t_{F0}$  も逐次更新される ( $t_{F0} = t_{F0} \cdot K_R$ )。次いで、 $PK = PK_{TP}$  になるとこのときの還元剤量補正係数  $K_R$  は最終的な還元剤量補正係数  $K_R$  を表している。

## 【0077】

上述した蓄積  $NO_X$  量減少制御では還元剤量補正係数  $K_R$  により補正された供給時間  $t_{FN}$  ( $= t_{FN} \cdot K_R$ ) だけ還元剤が供給され、蓄積  $SO_X$  量減少制御では還元剤量補正係数  $K_R$  により補正された供給時間  $t_{FS}$  ( $= t_{FS} \cdot K_R$ ) だけ還元剤が供給される。従って、還元剤量補正係数  $K_R$  の算出が完了すると還元剤量補正制御が完了することになる。

## 【0078】

本発明による第1実施例の還元剤量補正制御では、機関運転状態が設定運転状態にあるときに還元剤量補正制御が行われるので機関運転状態の影響を除去でき、切替弁 61 を順流位置に固定しながら還元剤量補正制御が行われるので切替弁 61 の性能の影響を除去できる。また、酸素濃度センサ 48 の出力  $OP$  がゼロ付近では酸素濃度センサ 48 の感度が比較的高く、従って酸素濃度センサ 48 の出力  $OP$  がほぼゼロになるように還元剤が供給されるので還元剤量補正制御を高精度で行うことができる。

## 【0079】

一方、本発明による第1実施例の排気ガス量補正制御では、蓄積  $NO_X$  量減少制御において還元剤が供給されるときに  $NO_X$  触媒 81 内を順流方向に流通する排気ガスの量が最適な量に維持されるように、経過時間  $t_C$  を補正するための排気ガス量補正係数  $K_{EX}$  が算出される。即ち、蓄積  $NO_X$  量減少制御における経過時間  $t_C$  が排気ガス量補正係数  $K_{EX}$  によって補正される ( $t_C = t_C \cdot K_{EX}$ )

X)。この場合、排気ガス量補正係数  $KEX$  が大きくなると経過時間  $tC$  が長くなり、排気ガス量補正係数  $KEX$  が小さくなると経過時間  $tC$  が短くなる。補正する必要がない場合には  $KEX = 1.0$  に維持される。

#### 【0080】

排気ガス量補正係数  $KEX$  の算出方法について説明する。本発明による第1実施例では、上述した蓄積  $NO_X$  量減少制御が行われる毎に、酸素濃度センサ48の出力OPのピーク値PKが求められる。この場合、時期Xから還元剤が供給されるまでの実際の経過時間  $tC$  が正規の経過時間よりも長ければ、酸化されることなく  $NO_X$  触媒81を通過する還元剤の量が多くなるので、ピーク値PKが正規の経過時間に相当する目標ピーク値PKTよりも小さくなる。また、実際の経過時間  $tC$  が正規の経過時間よりも短かつ還元剤が供給されたときの  $NO_X$  触媒81内の排気ガス流れが順流方向であれば、還元剤が少しずつ酸化されるので、ピーク値PKが目標ピーク値PKTよりも小さくなる。更に、実際の経過時間  $tC$  が正規の経過時間よりも短かつ還元剤が供給されたときの  $NO_X$  触媒81内の排気ガス流れが逆流方向であれば、酸素濃度センサ48の出力OPにピークが発生しない。

#### 【0081】

同様に、切替弁61の切替速度が正規の切替速度よりも高ければ、ピーク値PKが目標ピーク値PKTよりも小さくなり、切替弁61の切替速度が正規の切替速度よりも低かつ還元剤が供給されたときの  $NO_X$  触媒81内の排気ガス流れが順流方向であれば、ピーク値PKが目標ピーク値PKTよりも小さくなり、切替弁61の切替速度が正規の切替速度よりも低かつ還元剤が供給されたときの  $NO_X$  触媒81内の排気ガス流れが逆流方向であれば、ピークが発生しない。なお、目標ピーク値PKTは予め実験により求められている。

#### 【0082】

そこで本発明による第1実施例では、排気ガス量補正係数  $KEX$  を増大させたときにピーク値PKと目標ピーク値PKTとの差の絶対値が小さくなったときには排気ガス量補正係数  $KEX$  を更に増大させ、この差の絶対値が大きくなったときには排気ガス量補正係数  $KEX$  を減少させるようにし、排気ガス量補正係数K

EXを減少させたときにピーク値PKと目標ピーク値PKTとの差の絶対値が小さくなったときには排気ガス量補正係数KEXを更に減少させ、この差の絶対値が大きくなったときには排気ガス量補正係数KEXを増大させるようにしている。このようにして排気ガス量補正係数KEXが逐次更新され、経過時間tCも逐次更新される( $tC = tC \cdot KEX$ )。次いで、 $PK = PKT$ になるとこのときの排気ガス量補正係数KEXは最終的な排気ガス量補正係数KEXを表している。

## 【0083】

蓄積 $NO_X$ 量減少制御では、時期Xから排気ガス量補正係数KEXにより補正された経過時間( $= tC \cdot KEX$ )だけ経過すると、還元剤が供給される。従って、排気ガス量補正係数KEXの算出が完了すると排気ガス量補正制御が完了することになる。

## 【0084】

図13から図16は本発明による第1実施例を実行するためのルーチンを示している。

## 【0085】

図13は内燃機関が初めて運転されたときに1回だけ実行される初期化ルーチンを示している。図13を参照すると、ステップ220では還元剤量補正制御が完了するとセットされる還元剤量補正完了フラグXRがリセットされ( $XR = 0$ )、排気ガス量補正制御が完了するとセットされる排気ガス量補正完了フラグKEXがリセットされ( $KEX = 0$ )、還元剤量補正係数KRが1.0とされ、排気ガス量補正係数KEXが1.0とされる。

## 【0086】

図14は予め定められた設定時間毎の割り込みによって実行される補正制御ルーチンを示している。図14を参照すると、まずステップ230では還元剤量補正完了フラグXRがリセットされている( $XR = 0$ )か否かが判別される。還元剤量補正完了フラグXRがリセットされているときには次いでステップ231に進み、図15に示される還元剤量補正制御ルーチンが実行される。還元剤量補正制御が完了して還元剤量補正完了フラグXRがセットされるとステップ230か

らステップ 2 3 2 に進み、排気ガス量補正完了フラグ X E X がリセットされている ( $X E X = 0$ ) か否かが判別される。排気ガス量補正完了フラグ X E X がリセットされているときには次いでステップ 2 3 3 に進み、図 1 6 に示される排気ガス量補正制御ルーチンが実行される。

## 【 0 0 8 7 】

図 1 5 は還元剤量補正制御ルーチンを示している。図 1 5 を参照すると、まずステップ 2 4 0 では機関運転状態が上述した設定運転状態であるか否かが判別される。機関運転状態が設定運転状態であるときには次いでステップ 2 4 1 に進み、切替弁 6 1 を順流位置に保持しながら還元剤供給弁 7 7 から供給時間  $t F 0$  だけ還元剤が供給される。続くステップ 2 4 2 では、還元剤を供給したことにより発生した酸素濃度センサ 4 8 の出力 O P のピーク値 P K が求められる。続くステップ 2 4 3 ではこのピーク値 P K が上述した目標ピーク値 P K T P に等しいか否かが判別される。  $P K \neq P K T P$  のときには次いでステップ 2 4 4 に進み、上述したように還元剤量補正係数 K R 及び供給時間  $t F 0$  が更新される。次いで  $P K = P K T P$  になるとステップ 2 4 2 からステップ 2 4 5 に進み、還元剤量補正フラグ X R がセットされる ( $X R = 1$ )。

## 【 0 0 8 8 】

図 1 6 は排気ガス量補正制御ルーチンを示している。図 1 6 を参照すると、まずステップ 2 5 0 では図 6 を参照して説明した蓄積  $NO_x$  量減少制御ルーチンが行われたか否か、即ち還元剤供給弁 7 7 から還元剤が供給されたか否かが判別される。還元剤が供給されたときには次いでステップ 2 5 1 に進み、還元剤を供給したことにより発生した酸素濃度センサ 4 8 の出力 O P のピーク値 P K が求められる。続くステップ 2 5 2 ではピーク値 P K が上述した目標値 P K T に等しいか否かが判別される。  $P K \neq P K T$  のときには次いでステップ 2 5 3 に進み、上述したように排気ガス量補正係数 K E X 及び経過時間  $t C$  が更新される。次いで、  $P K = P K T$  になるとステップ 2 5 2 からステップ 2 5 4 に進み、排気ガス量補正フラグ X E X がセットされる ( $X E X = 1$ )。

## 【 0 0 8 9 】

次に、本発明による第 2 実施例を説明する。本発明による第 2 実施例でも、第

1 実施例と同様に、還元剤量補正制御が行われた後に排気ガス量補正制御が行われる。ここで、還元剤量補正制御は第 1 実施例と同様に行うことができ、しかしながら第 2 実施例の排気ガス量補正制御は以下の点で第 1 実施例の排気ガス量補正制御と異なっている。

#### 【 0 0 9 0 】

本発明による第 2 実施例の排気ガス量補正制御では、蓄積  $\text{NO}_X$  量減少制御における切替弁 61 の切替速度  $V$  を補正するための排気ガス量補正係数  $KEX$  が算出される。即ち、切替速度  $V$  が排気ガス量補正係数  $KEX$  によって補正される ( $V = V \cdot KEX$ )。この場合、排気ガス量補正係数  $KEX$  が大きくなると切替速度  $V$  が高くなり、排気ガス量補正係数  $KEX$  が小さくなると切替速度  $V$  が低くなる。なお、切替弁 61 はステップモータ 60 により駆動され、従って切替弁 61 の切替速度  $V$  が変更可能になっている。

#### 【 0 0 9 1 】

具体的には、上述した蓄積  $\text{NO}_X$  量減少制御が行われる毎に、時期  $X$  から酸素濃度センサ 48 の出力  $OP$  にピークが発生するまでの経過時間  $t_P$  (図 7 参照) が求められる。この場合、時期  $X$  から還元剤が供給されるまでの実際の経過時間  $t_C$  が正規の経過時間よりも長ければ、還元剤が供給されたときの排気ガスの空間速度が高くなっているので、ピークが発生するまでの実際の経過時間  $t_P$  が正規の経過時間に相当する目標経過時間  $t_{PT}$  よりも短くなる。また、還元剤が供給されるまでの実際の経過時間  $t_C$  が正規の経過時間よりも短かつ還元剤が供給されたときの  $\text{NO}_X$  触媒 81 内の排気ガス流れが順流方向であれば、実際の経過時間  $t_P$  が目標経過時間  $t_{PT}$  よりも長くなる。更に、実際の経過時間  $t_C$  が正規の経過時間よりも短かつ還元剤が供給されたときの  $\text{NO}_X$  触媒 81 内の排気ガス流れが逆流方向であれば、酸素濃度センサ 48 の出力  $OP$  にピークが発生しない。

#### 【 0 0 9 2 】

同様に、切替弁 61 の切替速度が正規の切替速度よりも高ければ、経過時間  $t_P$  が目標経過時間  $t_{PT}$  よりも短くなり、切替弁 61 の切替速度が正規の切替速度よりも低かつ還元剤が供給されたときの  $\text{NO}_X$  触媒 81 内の排気ガス流れが

順流方向であれば、経過時間  $t_P$  が目標経過時間  $t_{PT}$  よりも長くなり、切替弁 61 の切替速度が正規の切替速度よりも低くかつ還元剤が供給されたときの  $\text{NO}_X$  触媒 81 内の排気ガス流れが逆流方向であれば、ピークが発生しない。なお、目標経過時間  $t_{PT}$  は予め実験により求められている。

## 【0093】

そこで本発明による第2実施例では、 $t_P > t_{PT}$  のときには排気ガス量補正係数  $K_{EX}$  を比較的小さく増大し、時期  $X$  から一定時間経過してもピークが発生しないときには排気ガス量補正係数  $K_{EX}$  を比較的大きく増大し、 $t_P < t_{PT}$  のときには排気ガス量補正係数  $K_{EX}$  を減少するようにしている。このようにして排気ガス量補正係数  $K_{EX}$  が逐次更新され、切替弁 61 の切替速度  $V$  も逐次更新される ( $V = V \cdot K_{EX}$ )。次いで、 $t_P = t_{PT}$  になるとこのときの排気ガス量補正係数  $K_{EX}$  は最終的な排気ガス量補正係数  $K_{EX}$  を表している。

## 【0094】

蓄積  $\text{NO}_X$  量減少制御では、切替弁 61 が排気ガス量補正係数  $K_{EX}$  により補正された切替速度  $V$  でもって順流位置から逆流位置に又はその逆に切り替えられる。

## 【0095】

図17は本発明による第2実施例の排気ガス量補正制御ルーチンを示している。なお、本発明による第2実施例においても、図13から図15に示されるルーチンが実行され、図17に示される排気ガス量補正制御ルーチンは図14に示される補正制御ルーチンのステップ233で実行される。

## 【0096】

図17を参照すると、まずステップ260では図6を参照して説明した蓄積  $\text{NO}_X$  量減少制御ルーチンが行われたか否か、即ち還元剤供給弁77から還元剤が供給されたか否かが判別される。還元剤が供給されたときには次いでステップ261に進み、切替弁61を切り替えるべき信号が発せられてから、酸素濃度センサ48の出力  $OP$  にピークが発生するまでの経過時間  $t_P$  が求められる。続くステップ262では経過時間  $t_P$  が目標経過時間  $t_{PT}$  に等しいか否かが判別される。 $t_P \neq t_{PT}$  のときには次いでステップ263に進み、上述したように排気

ガス量補正係数  $KEX$  及び切替弁 61 の切替速度  $V$  が更新される。次いで、 $PK = PKT$  になるとステップ 262 からステップ 264 に進み、排気ガス量補正フラグ  $XEX$  がセットされる ( $XEX = 1$ )。

【0097】

次に、本発明による第3実施例を説明する。本発明による第3実施例でも、還元剤量補正制御が行われた後に排気ガス量補正制御が行われる。ここで、還元剤量補正制御は第1実施例と同様に行うことができ、しかしながら第3実施例の排気ガス量補正制御は以下の点で上述した排気ガス量補正制御と異なっている。

【0098】

本発明による第3実施例では、蓄積  $SO_X$  量減少制御において還元剤が供給されるときに  $NO_X$  触媒 81 内を順流方向に流通する排気ガスの量が最適な量に維持されるように、切替弁 61 の弱順流位置を表す開弁割合  $D$  を補正するための排気ガス量補正係数  $KEX$  が算出される。即ち、開弁割合  $D$  が排気ガス量補正係数  $KEX$  によって補正される ( $D = D \cdot KEX$ )。この場合、排気ガス量補正係数  $KEX$  が大きくなると開弁割合  $D$  が大きくなり、排気ガス量補正係数  $KEX$  が小さくなると開弁割合  $D$  が小さくなる。

【0099】

具体的には、上述した蓄積  $SO_X$  量減少制御が行われているときに、酸素濃度センサ 48 の出力の平均値  $OPA$  (図9参照) が求められる。この場合、実際の開弁割合  $D$  が正規の開弁割合よりも大きければ、 $NO_X$  触媒 81 内に流入する排気ガスの量が多くなるので、出力平均値  $OPA$  が正規の開弁割合に相当する目標出力値  $OPAT$  よりも大きくなる。また、実際の開弁割合  $D$  が正規の開弁割合よりも小さければ、 $NO_X$  触媒 81 内に流入する排気ガスの量が少なくなるので、出力平均値  $OPA$  が目標出力値  $OPAT$  よりも小さくなる。なお、目標出力値  $OPAT$  は予め実験により求められている。

【0100】

そこで本発明による第3実施例では、 $OPA > OPAT$  のときには排気ガス量補正係数  $KEX$  を減少し、 $OPA < OPAT$  のときには排気ガス量補正係数  $KEX$  を増大するようにしている。このようにして排気ガス量補正係数  $KEX$  が逐次

更新され、供給時間  $t_{F0}$  も逐次更新される ( $D = D \cdot KEX$ )。次いで、 $OPA = OPAT$  になるとこのときの排気ガス量補正係数  $KEX$  は最終的な排気ガス量補正係数  $KEX$  を表している。

#### 【0101】

蓄積  $SO_X$  量減少制御では、切替弁 61 を開弁割合  $D$  に保持しながら還元剤が供給される。

#### 【0102】

図 18 は本発明による第 3 実施例の排気ガス量補正制御ルーチンを示している。なお、本発明による第 3 実施例においても、図 13 から図 15 に示されるルーチンが実行され、図 18 に示される排気ガス量補正制御ルーチンは図 14 に示される補正制御ルーチンのステップ 233 で実行される。

#### 【0103】

図 18 を参照すると、まずステップ 270 では図 6 を参照して説明した蓄積  $NO_X$  量減少制御ルーチンが行われたか否か、即ち還元剤供給弁 77 から還元剤が供給されたか否かが判別される。還元剤が供給されたときには次いでステップ 271 に進み、酸素濃度センサ 48 の出力  $OP$  の平均値  $OPA$  が求められる。続くステップ 272 では出力平均値  $OPA$  が目標出力値  $OPAT$  に等しいか否かが判別される。 $OPA \neq OPAT$  のときには次いでステップ 273 に進み、上述したように排気ガス量補正係数  $KEX$  及び切替弁 61 の開弁割合  $D$  が更新される。次いで、 $OPA = OPAT$  になるとステップ 272 からステップ 274 に進み、排気ガス量補正フラグ  $XEX$  がセットされる ( $XEX = 1$ )。

#### 【0104】

このように本発明による第 3 実施例では、蓄積  $SO_X$  量減少制御が行われたときに  $NO_X$  触媒 81 から流出した排気ガス中の酸素濃度に基づいて排気ガス量補正制御が行われる。これに対して、上述した本発明による第 1 又は第 2 実施例では、蓄積  $NO_X$  量減少制御が行われたときに  $NO_X$  触媒 81 から流出した排気ガス中の酸素濃度に基づいて排気ガス量補正制御が行われる。

#### 【0105】

次に、本発明による第 4 実施例を説明する。本発明による第 4 実施例では、ま

ず排気ガス量補正制御が行われ、排気ガス量補正制御が完了した後に還元剤量補正制御が行われる。

#### 【0106】

ところで、本発明による第1実施例の排気ガス量補正制御では、結局のところ、酸素濃度センサ48の出力OPのピーク値PK（負値）が最小となるように経過時間tCが補正され、或いはピーク値PKを最小にする排気ガス量補正係数KEXが求められ、この最小のピーク値は目標ピーク値PKTに一致している。

#### 【0107】

そこで本発明による第4実施例の排気ガス量補正制御でも、ピーク値PKが最小となるように経過時間tCを補正し、或いはピーク値PKを最小にする排気ガス量補正係数KEXを求めるようにしている。具体的には、排気ガス量補正係数KEXを増大させたときにピーク値PKが減少したときには排気ガス量補正係数KEXを減少させ、ピーク値PKが増大したときには排気ガス量補正係数KEXを更に増大させ、排気ガス量補正係数KEXを減少させたときにピーク値PKが減少したときには排気ガス量補正係数KEXを増大させ、ピーク値PKが増大したときには排気ガス量補正係数KEXを更に減少させるようにしている。

#### 【0108】

排気ガス量補正制御により得られた最小ピーク値は還元剤量補正制御が未だ行われていないときのものであるので、予め定められた目標ピーク値PKTに必ずしも一致していない。

#### 【0109】

そこで、本発明による第4実施例の還元剤量補正制御では、排気ガス量補正制御により得られた最小ピーク値が目標ピーク値PKTに一致するように供給時間tFを補正し、或いはこの最小ピーク値を目標ピーク値PKTに一致させる還元剤量補正係数KRを求めるようにしている。具体的には、 $PK > PKT$ のときには還元剤量補正係数KRを減少し、 $PK < PKT$ のときには還元剤量補正係数KRを増大するようにしている。

#### 【0110】

図19から図21は本発明による第4実施例を実行するためのルーチンを示し

ている。なお、第4実施例においても図13に示される初期化ルーチンが実行される。

#### 【0111】

図19は予め定められた設定時間毎の割り込みによって実行される補正制御ルーチンを示している。図19を参照すると、まずステップ280では排気ガス量補正完了フラグXEXがリセットされている( $XEX=0$ )か否かが判別される。排気ガス量補正完了フラグXEXがリセットされているときには次いでステップ281に進み、図20に示される排気ガス量補正制御ルーチンが実行される。排気ガス量補正制御が完了して排気ガス量補正完了フラグXEXがセットされるとステップ280からステップ282に進み、還元剤量補正完了フラグXRがリセットされている( $XR=0$ )か否かが判別される。還元剤量補正完了フラグXRがリセットされているときには次いでステップ283に進み、図21に示される還元剤量補正制御ルーチンが実行される。

#### 【0112】

図20は本発明による第4実施例の排気ガス量補正制御ルーチンを示している。図20を参照すると、まずステップ290では図6を参照して説明した蓄積 $NO_X$ 量減少制御ルーチンが行われたか否か、即ち還元剤供給弁77から還元剤が供給されたか否かが判別される。還元剤が供給されたときには次いでステップ291に進み、還元剤を供給したことにより発生した酸素濃度センサ48の出力OPのピーク値PKが求められる。続くステップ292ではピーク値PKが最小のピーク値であるか否かが判別される。ピーク値PKが最小のピーク値でないときには次いでステップ293に進み、排気ガス量補正係数KEX及び経過時間tCが上述したように更新される。次いで、ピーク値PKが最小のピーク値になるとステップ292からステップ294に進み、排気ガス量補正フラグXEXがセットされる( $XEX=1$ )。

#### 【0113】

図21は本発明による第4実施例の還元剤量補正制御ルーチンを示している。図21を参照すると、まずステップ300では図6を参照して説明した蓄積 $NO_X$ 量減少制御ルーチンが行われたか否か、即ち還元剤供給弁77から還元剤が供

給されたか否かが判別される。還元剤が供給されたときには次いでステップ 3 0 1 に進み、還元剤を供給したことにより発生した酸素濃度センサ 4 8 の出力 O P のピーク値 P K が求められる。続くステップ 3 0 2 ではピーク値 P K が目標ピーク値 P K T であるか否かが判別される。P K ≠ P K T のときには次いでステップ 3 0 3 に進み、還元剤量補正係数 K R 及び供給時間 t F が上述したように更新される。次いで、P K = P K T になるとステップ 3 0 2 からステップ 3 0 4 に進み、還元剤量補正フラグ X R がセットされる (X R = 1)。

## 【 0 1 1 4 】

これまで述べてきた実施例では、状態量センサ 4 8 を酸素濃度センサから構成し、還元剤が供給されたときに N O <sub>X</sub> 触媒 8 1 から排出された排気ガス中の酸素濃度に基づいて還元剤量補正制御及び排気ガス量補正制御を行うようにしている。しかしながら、還元剤が供給されたときに N O <sub>X</sub> 触媒 8 1 から排出された排気ガスの別の状態量に基づいて還元剤量補正制御又は排気ガス量補正制御を行うこともできる。

## 【 0 1 1 5 】

図 2 2 は切替弁 6 1 を順流位置から逆流位置に又はその逆に切り替えながら還元剤供給弁 7 7 から還元剤を供給したときに N O <sub>X</sub> 触媒 8 1 から排出された排気ガスの様々な状態量の変化を示している。

## 【 0 1 1 6 】

図 2 2 に示されるように、切替弁 6 1 を切り替えるべき信号が発せられた時期 X から時間 t P 1 だけ経過すると排気ガスの温度 T が一時的に増大してピーク値 P K 1 で表されるピークが生じ、或いは温度 T が D L T 1 だけ増大する。この場合、N O <sub>X</sub> 触媒 8 1 に実際に供給される還元剤の量が正規の量よりも多いときには例えば増大分 D L T 1 が大きくなり、N O <sub>X</sub> 触媒 8 1 に実際に供給される還元剤の量が正規の量よりも少ないときには増大分 D L T 1 が小さくなる。また、還元剤が供給されるときに N O <sub>X</sub> 触媒 8 1 内を流通している排気ガスの量が最適より多いときには、酸化されることなく N O <sub>X</sub> 触媒 8 1 を通過する還元剤の量が多くなるので、増大分 D L T 1 が小さくなる。これに対し、還元剤が供給されるときに N O <sub>X</sub> 触媒 8 1 内を流通している排気ガスの量が最適より少ないと

きには、還元剤が少しずつ酸化されるので、増大分DLT1が小さくなる。

【0117】

同様に、時期Xから時間tP2だけ経過すると排気ガス中のNO<sub>X</sub>濃度CNが一時的に増大してピーク値PK2で表されるピークが生じ、或いはNO<sub>X</sub>濃度CNがDLT2だけ増大する。この場合、NO<sub>X</sub>触媒81に実際に供給される還元剤の量が正規の量よりも多いときには例えば増大分DLT2が小さくなり、少ないときには増大分DLT2が大きくなる。また、還元剤が供給されるときにNO<sub>X</sub>触媒81内を流通している排気ガスの量が最適値よりも多いときには増大分DLT2が大きくなり、少ないときには増大分DLT2が小さくなる。

【0118】

更に、時期Xから時間tP3だけ経過するとNO<sub>X</sub>濃度CNが一時的に減少してピーク値PK3で表されるピークが生じ、或いはNO<sub>X</sub>濃度CNがDLT3だけ減少する。この場合、NO<sub>X</sub>触媒81に実際に供給される還元剤の量が正規の量よりも多いときには例えば減少分DLT3が大きくなり、少ないときには減少分DLT3が小さくなる。また、還元剤が供給されるときにNO<sub>X</sub>触媒81内を流通している排気ガスの量が最適値よりも多いときには減少分DLT3が小さくなり、少ないときにも減少分DLT3が小さくなる。

【0119】

また、時期Xから時間tP4だけ経過すると還元剤濃度CHが一時的に増大してピーク値PK4で表されるピークが生じ、或いは還元剤濃度CHがDLT4だけ増大する。この場合、NO<sub>X</sub>触媒81に実際に供給される還元剤の量が正規の量よりも多いときには例えば増大分DLT4が大きくなり、少ないときには増大分DLT4が小さくなる。また、還元剤が供給されるときにNO<sub>X</sub>触媒81内を流通している排気ガスの量が最適値よりも多いときには増大分DLT4が大きくなり、少ないときには増大分DLT4が小さくなる。切替弁61を順流位置又は弱順流位置に保持しながら還元剤を供給したときも同様である。

【0120】

従って、例えば切替弁61を順流位置に保持しながら還元剤を供給してこのときの排気ガスの温度Tの増大分DLT1が目標値になるように還元剤量補正制御

を行い、切替弁 61 を順流位置から逆流位置に又はその逆に切り替えながら還元剤を供給してこのときの排気ガスの温度  $T$  の増大分  $DLT_1$  が目標値になるように排気ガス量補正制御を行うことができる。

#### 【0121】

そうすると、状態量センサ 48 を温度センサ、 $NO_X$  濃度センサ、又は還元剤（炭化水素）濃度センサから構成し、還元剤が供給されたときに  $NO_X$  触媒 81 から排出された排気ガスの温度  $T$ 、この排気ガス中の  $NO_X$  濃度  $C_N$ 、又はこの排気ガス中の還元剤濃度  $C_H$  に基づいて還元剤量補正制御又は排気ガス量補正制御を行うことができるということになる。

#### 【0122】

更に、互いに異なる複数の状態量センサを設け、これら状態量センサにより検出される複数の状態量に基づいて還元剤量補正制御又は排気ガス量補正制御を行うようにしてもよい。即ち、例えば排気ガスの温度に基づいて還元剤量補正制御を行い、排気ガス中の酸素濃度に基づいて排気ガス量補正制御を行うことができる。

#### 【0123】

次に、蓄積  $SO_X$  量減少制御の別の実施例を説明する。

#### 【0124】

切替弁 61 の実際の開弁割合  $D$  が正規の開弁割合よりも大きいときには、 $NO_X$  触媒 81 内を流通する排気ガスの量が最適値よりも多いので、 $NO_X$  触媒 81 内で有効に作用する還元剤の量が少なくなり、実際の開弁割合  $D$  が正規の開弁割合よりも小さいときには  $NO_X$  触媒 81 内で有効に作用する還元剤の量が多くなる。有効な還元剤の量が少なくなると  $NO_X$  触媒 81 内の蓄積  $SO_X$  量をほぼゼロにするのに必要な時間が長くなり、有効な還元剤の量が多くなるとこの必要時間が短くなる。

#### 【0125】

一方、上述したように、有効な還元剤の量が少なくなると蓄積  $SO_X$  量減少制御が行われているときの酸素濃度センサ 48 の出力の平均値  $OPA$  が大きくなり、有効な還元剤の量が多くなるとこの出力平均値  $OPA$  が小さくなる。

## 【 0 1 2 6 】

そこで蓄積  $\text{SO}_X$  量減少制御の別の実施例では、蓄積  $\text{SO}_X$  量減少制御が行われているときの出力平均値  $\text{OPA}$  が大きいときほど長くなるように、蓄積  $\text{SO}_X$  量減少制御が継続される時間  $t_S$  を補正している。言い換えると、実際の開弁割合  $D$  が正規の開弁割合よりも大きいときには時間  $t_S$  が長くされ、正規の開弁割合よりも小さいときには時間  $t_S$  が短くされる。なお、この時間  $t_S$  は図 2 3 に示されるマップの形で予め ROM 4 3 内に記憶されている。

## 【 0 1 2 7 】

図 2 4 は蓄積  $\text{SO}_X$  量減少制御の別の実施例を実行するためのルーチンを示している。図 2 4 を参照すると、まずステップ 3 1 0 では  $\text{NO}_X$  触媒 8 1 内の蓄積  $\text{SO}_X$  量  $Q_S$  が算出される。続くステップ 3 1 1 では蓄積  $\text{SO}_X$  量  $Q_S$  が許容量  $Q_{S1}$  よりも多いか否かが判別される。 $Q_S \leq Q_{S1}$  のときには処理サイクルを終了し、 $Q_S > Q_{S1}$  のときには次いでステップ 3 1 2 に進み、切替弁 6 1 が例えば順流位置から弱順流位置に切り替えられ保持しながら、還元剤供給弁 7 7 から還元剤が間欠的に供給される。続くステップ 3 1 3 では、図 2 3 のマップから時間  $t_S$  が算出される。続くステップ 3 1 4 では、切替弁 6 1 を弱順流位置に保持しつつ還元剤が供給されてから時間  $t_S$  だけ経過したか否かが判別される。時間  $t_S$  だけ経過するまでステップ 3 1 2 に戻って切替弁 6 1 を弱順流位置に保持しつつ還元剤が繰り返し供給され、時間  $t_S$  だけ経過するとステップ 3 1 5 に進んで切替弁 6 1 が例えば順流位置に切り替えられる。即ち、蓄積  $\text{SO}_X$  量減少制御が完了される。

## 【 0 1 2 8 】

図 1 に示される内燃機関では、状態量センサ 4 8 が環状排気管 6 7 に取り付けられている。このようにすると、 $\text{NO}_X$  触媒 8 1 を迂回して切替弁 6 1 の流入ポート 6 2 から流出ポート 6 3 へ直接流れる排気ガスの影響を除去できる。しかしながら、状態量センサ 4 8 を切替弁 6 1 の流出ポート 6 3 と補助触媒 7 6 間の排気ガス排出管 6 4 内に取り付けることもできる。

## 【 0 1 2 9 】

これまで述べてきた本発明による実施例は例えば図 2 5 及び図 2 7 に示される

内燃機関にも適用することができる。

【0130】

図25に示される内燃機関では、排気管20aの出口にケーシング168が接続され、このケーシング167は排気管20cを介してケーシング175に接続され、ケーシング175は排気管23に接続される。これらケーシング168、175内には $\text{NO}_x$ 触媒81を担持したパティキュレートフィルタ69、及び補助触媒76がそれぞれ収容される。

【0131】

排気管20aからバイパス管185が分岐されており、このバイパス管185の流出端は排気管20cに開口している。また、バイパス管185の流入端が開口している排気管20aの部分には、図示しない電子制御ユニットによって制御される切替弁161が配置される。更に、バイパス管185の流入端とパティキュレートフィルタ69間の排気管20aに還元剤供給弁77が配置される。パティキュレートフィルタ69とバイパス管185の流出端間の排気管20cに状態量センサ48が取り付けられる。

【0132】

切替弁161は通常、図26に実線で示される通常位置に保持される。切替弁161がこの通常位置に保持されると、バイパス管185が遮断され、排気管20a内に流入したほぼ全ての排気ガスがパティキュレートフィルタ69内に導かれる。従って、切替弁161の通常位置は図1の内燃機関における切替弁61の順流位置又は逆流位置に相当する。

【0133】

蓄積 $\text{NO}_x$ 量減少制御又は蓄積 $\text{SO}_x$ 量減少制御を行うべきときには、切替弁161を図26に一点鎖線で示される弱流位置に保持しながら、還元剤供給弁77から還元剤が供給される。切替弁161が弱流位置に保持されると、排気管20a内に流入した排気ガスのわずかな一部がパティキュレートフィルタ69内に導かれ残りの排気ガスがバイパス管185内に導かれる。従って、切替弁161の弱流位置は図1の内燃機関における切替弁61の弱順流位置に相当する。なお、切替弁161が図26に破線で示されるバイパス位置に保持されると、バイパ

ス管185が開放され、排気管20a内に流入したほぼ全ての排気ガスがパーティキュレートフィルタ69を迂回する。従って、切替弁161のバイパス位置は図1の内燃機関における切替弁61のバイパス位置に相当する。

## 【0134】

一方、図27に示される内燃機関では、排気管20aが一对の枝管91'，91"を有するY字管から形成され、各枝管の出口にはケーシング68'，68"がそれぞれ接続される。これらケーシング68'，68"は排気管20cの枝管92'，92"に接続され、排気管20cを介してケーシング175に接続される。ケーシング175は排気管23に接続される。これらケーシング68'，68"内には第1及び第2のパーティキュレートフィルタ69'，69"がそれぞれ収容され、ケーシング175内には補助触媒76が収容される。なお、第1及び第2のパーティキュレートフィルタ69'，69"上にはそれぞれ第1及び第2のNO<sub>X</sub>触媒81'，81"が担持されている。

## 【0135】

排気管20cの枝管内には共通のアクチュエータ160によって駆動される第1及び第2の切替弁61'，61"と、第1及び第2の状態量センサ48'，48"とがそれぞれ配置される。また、排気管20aの枝管内には第1及び第2の還元剤供給弁77'，77"がそれぞれ配置される。なお、アクチュエータ160及び還元剤供給弁77'，77"は図示しない電子制御ユニットによって制御される。

## 【0136】

切替弁61'，61"は通常、図28(A)において実線で示される第1の通常位置か又は破線で示される第2の通常位置に保持される。切替弁61'，61"が第1の通常位置に保持されると、第1の切替弁61'が全開位置に保持され、第2の切替弁61"が全閉位置に保持され、従って図28(A)において実線の矢印で示されるように排気管20a内に流入したほぼ全ての排気ガスが第1のNO<sub>X</sub>触媒81'内に導かれる。一方、切替弁61'，61"が第2の通常位置に保持されると、第1の切替弁61'が全閉位置に保持され、第2の切替弁61"が全開位置に保持され、従って図28(A)において破線の矢印で示されるよ

うに排気管 20 a 内に流入したほぼ全ての排気ガスが第 2 の  $\text{NO}_X$  触媒 81" 内に導かれる。従って、切替弁 61' , 61" の第 1 及び第 2 の通常位置は図 20 の内燃機関における切替弁 161 の通常位置又はバイパス位置に相当する。

【0137】

第 1 の  $\text{NO}_X$  触媒 81' について蓄積  $\text{NO}_X$  量減少制御又は蓄積  $\text{SO}_X$  量減少制御を行うべきときには、切替弁 61' , 61" を図 28 (B) に実線で示される第 1 の弱流位置に切り替え保持しながら、還元剤が供給される。切替弁 61' , 61" が第 1 の弱流位置に保持されると、排気管 20 a 内に流入した排気ガスのわずかな一部が第 1 の  $\text{NO}_X$  触媒 81' 内に導かれ残りの排気ガスが第 2 の  $\text{NO}_X$  触媒 81" 内に導かれる。一方、第 2 の  $\text{NO}_X$  触媒 81" について蓄積  $\text{NO}_X$  量減少制御又は蓄積  $\text{SO}_X$  量減少制御を行うべきときには、切替弁 61' , 61" を図 28 (B) に破線で示される第 2 の弱流位置に切り替え保持しながら、還元剤が供給される。切替弁 61' , 61" が第 2 の弱流位置に保持されると、排気管 20 a 内に流入した排気ガスのわずかな一部が第 2 の  $\text{NO}_X$  触媒 81" 内に導かれ残りの排気ガスが第 1 の  $\text{NO}_X$  触媒 81' 内に導かれる。このように切替弁 61' , 61" の弱流位置は図 1 の内燃機関における切替弁 61 の弱順流位置に相当する。

【0138】

従って、一般的に言うと、排気通路内に  $\text{NO}_X$  触媒を配置し、 $\text{NO}_X$  触媒上流の排気通路から分岐して  $\text{NO}_X$  触媒を迂回するバイパス通路を設け、バイパス通路内を流通する排気ガスの量を制御することにより  $\text{NO}_X$  触媒内を流通する排気ガスの量を制御するための切替弁を設け、バイパス通路の分岐部分と  $\text{NO}_X$  触媒間の排気通路内に還元剤を供給するための還元剤供給弁を配置しているということになる。

【0139】

その上で、図 1 に示される内燃機関では、排気ガスが  $\text{NO}_X$  触媒内にその一端面を介し流入し  $\text{NO}_X$  触媒からその他端面を介し流出するように排気ガスを案内するか、又は  $\text{NO}_X$  触媒内にその他端面を介し流入し  $\text{NO}_X$  触媒からその一端面を介し流出するように排気ガスを案内するかを切り替えているということになる

【 0 1 4 0 】

また、図 2 7 に示される内燃機関では、例えば排気管 2 0 a の枝管 9 1' から排気管 2 0 c の枝管 9 2' までの排気通路部分に着目すると、排気管 2 0 a の枝管 9 1" から排気管 2 0 c の枝管 9 2" までの排気通路部分はバイパス通路として作用すると見ることもできる。この場合、第 2 の還元剤供給弁 7 7"、第 2 のパティキュレートフィルタ 6 9"、第 2 の  $\text{NO}_x$  触媒 8 1" はそれぞれ、バイパス通路内に配置された追加の還元剤供給弁、追加のパティキュレートフィルタ、追加の  $\text{NO}_x$  触媒を構成しているということになる。

【 0 1 4 1 】

【発明の効果】

還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに  $\text{NO}_x$  触媒内を流通する排気ガスの量を最適に維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

内燃機関の全体図である。

【図 2】

触媒コンバータの構造を示す図である。

【図 3】

切替弁が順流位置又は逆流位置にあるときの排気ガスの流れを説明するための図である。

【図 4】

パティキュレートフィルタの隔壁の部分拡大断面図である。

【図 5】

酸素濃度センサの出力を示す線図である。

【図 6】

蓄積  $\text{NO}_x$  量減少制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 7】

蓄積  $\text{NO}_x$  量減少制御を説明するためのタイムチャートである。

【図 8】

蓄積  $\text{SO}_X$  量減少制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 9】

蓄積  $\text{SO}_X$  量減少制御を説明するためのタイムチャートである。

【図 10】

切替弁が弱順流位置にあるときの排気ガスの流れを説明するための図である。

【図 11】

切替弁が切り替えられるときの排気ガス流量を示す線図である。

【図 12】

切替弁が切り替えられるときの排気ガス流量を示す線図である。

【図 13】

初期化ルーチンを示すフローチャートである。

【図 14】

本発明による第 1 実施例の補正制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 15】

本発明による第 1 実施例の還元剤量補正制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 16】

本発明による第 1 実施例の排気ガス量補正制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 17】

本発明による第 2 実施例の排気ガス量補正制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 18】

本発明による第 3 実施例の排気ガス量補正制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 19】

本発明による第 4 実施例の補正制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 20】

本発明による第 4 実施例の排気ガス量補正制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 2 1】

本発明による第 4 実施例の還元剤量補正制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 2 2】

還元剤が供給されたときの排気ガスの状態量を示す線図である。

【図 2 3】

蓄積  $SO_x$  量減少制御が継続される時間を示す線図である。

【図 2 4】

別の実施例による蓄積  $SO_x$  量減少制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 2 5】

本発明を適用可能な別の内燃機関を示す図である。

【図 2 6】

図 2 5 に示される内燃機関の切替弁の位置を説明するための図である。

【図 2 7】

本発明を適用可能な別の内燃機関を示す図である。

【図 2 8】

図 2 7 に示される内燃機関の切替弁の位置を説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 …機関本体
- 2 0 a …排気管
- 2 2 …触媒コンバータ
- 4 8 …状態量センサ（酸素濃度センサ）
- 6 1 …切替弁
- 6 4 …排気ガス排出管
- 6 7 …環状排気管
- 6 9 …パティキュレートフィルタ

7 6 …補助触媒

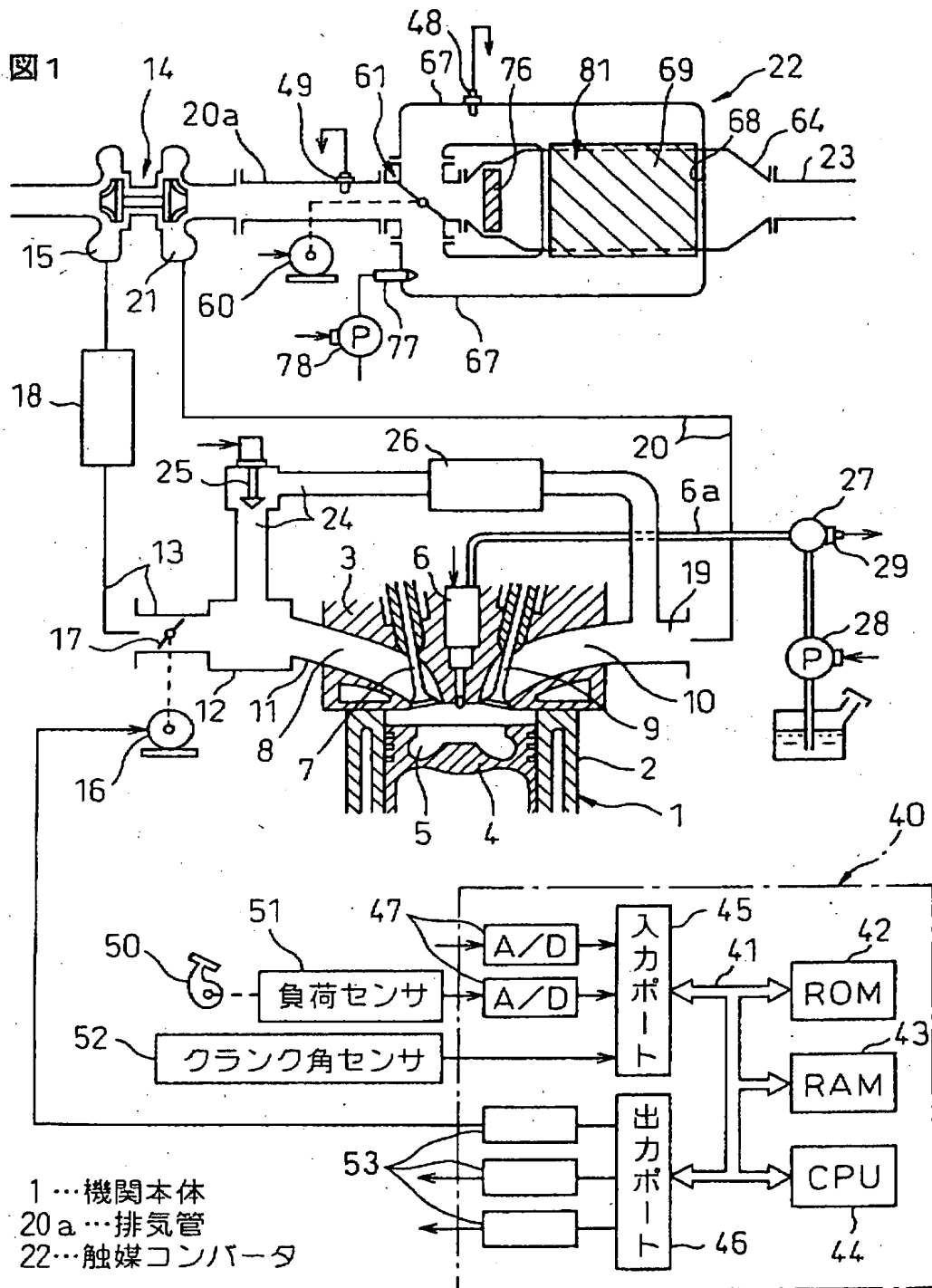
7 7 …還元剤供給弁

8 1 … $\text{NO}_x$ 触媒

【書類名】

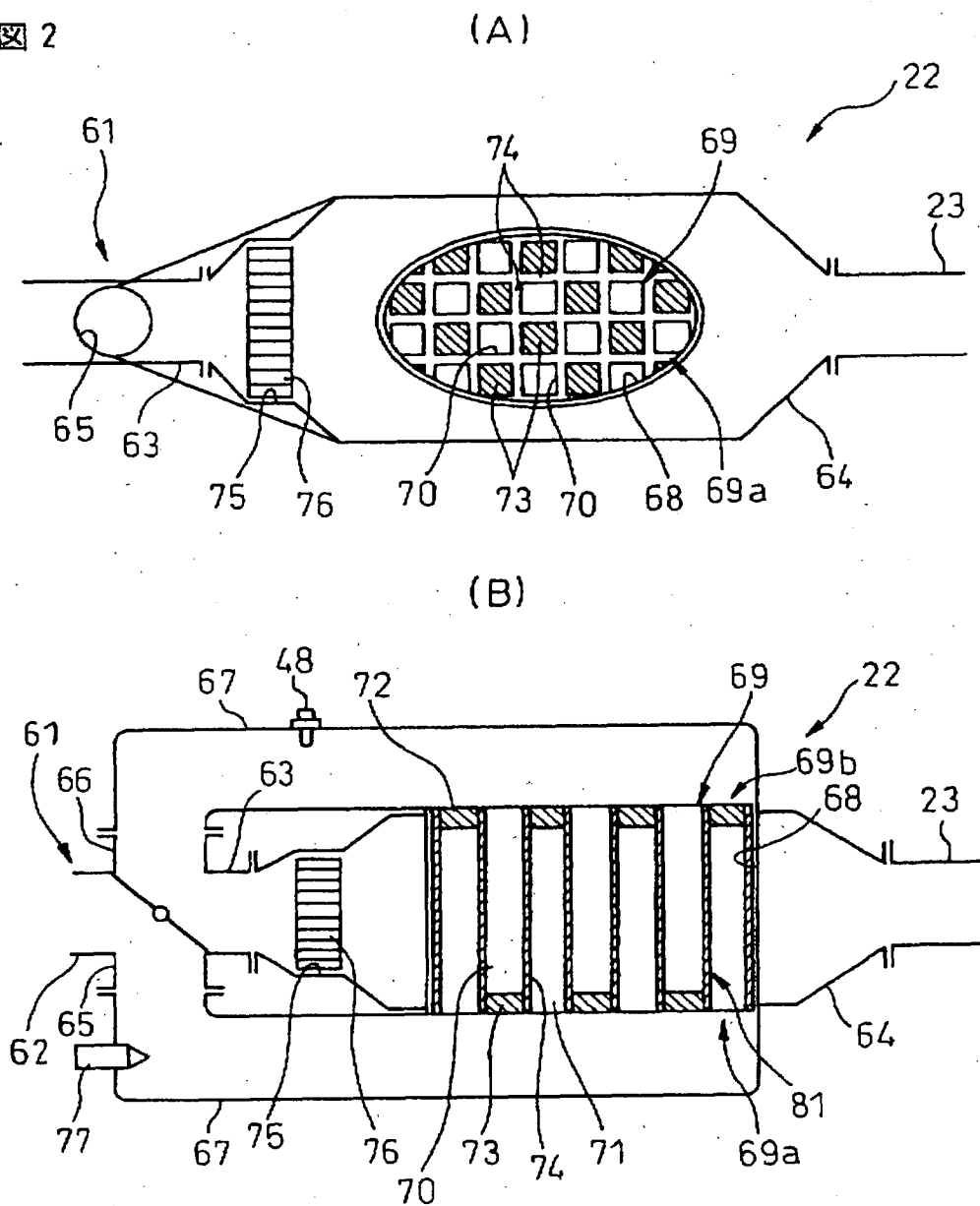
図面

【図1】



【図2】

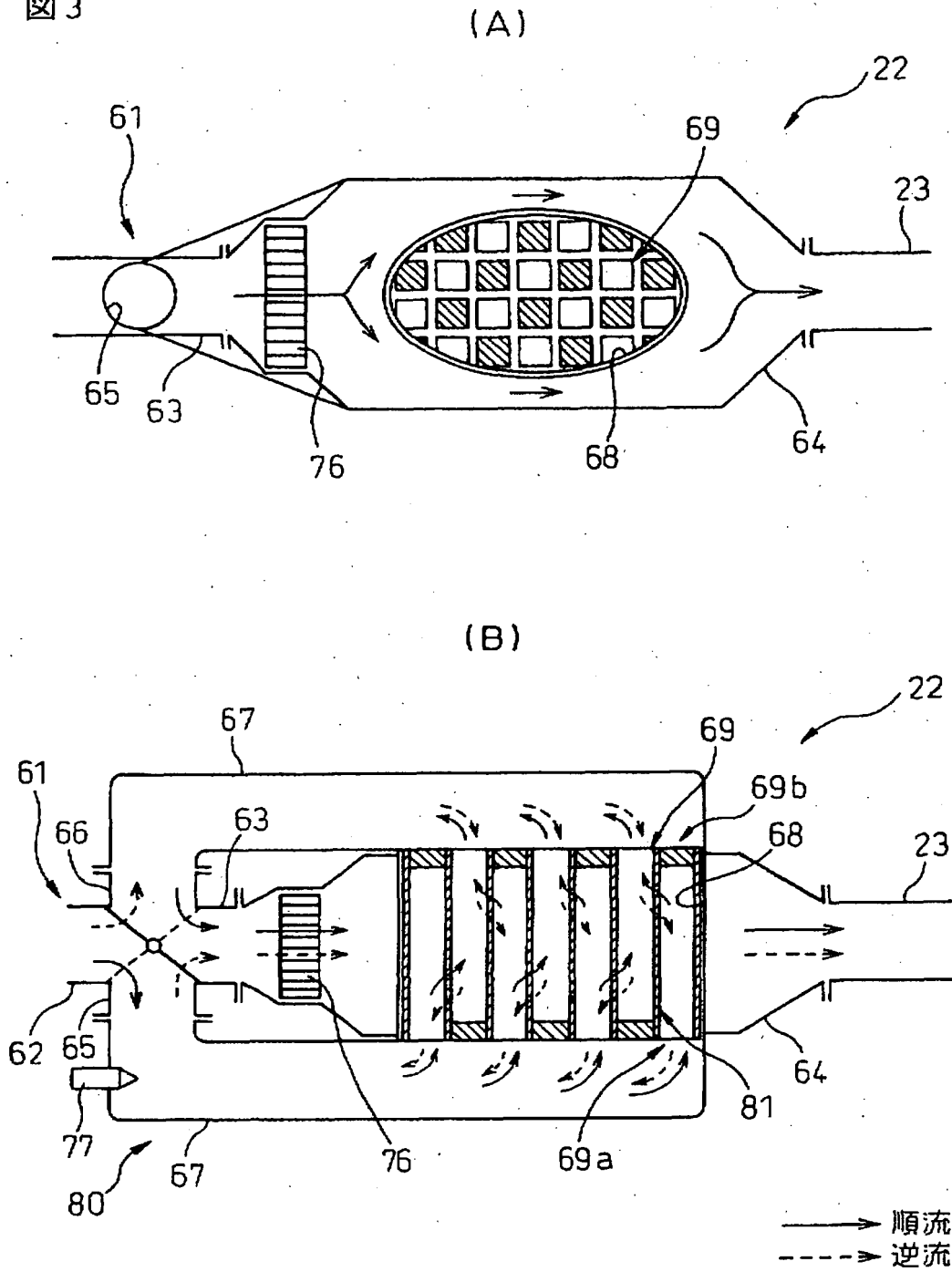
図2



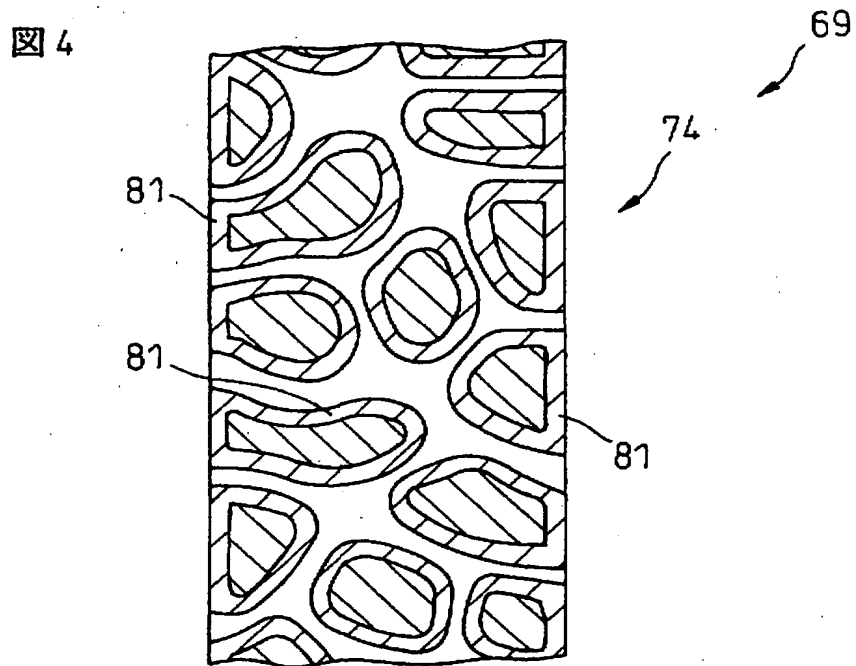
- |            |                       |
|------------|-----------------------|
| 48…酸素濃度センサ | 69…パティキュレートフィルタ       |
| 61…切替弁     | 77…還元剤供給弁             |
| 67…環状排気管   | 81…NO <sub>x</sub> 触媒 |

【図 3】

図 3

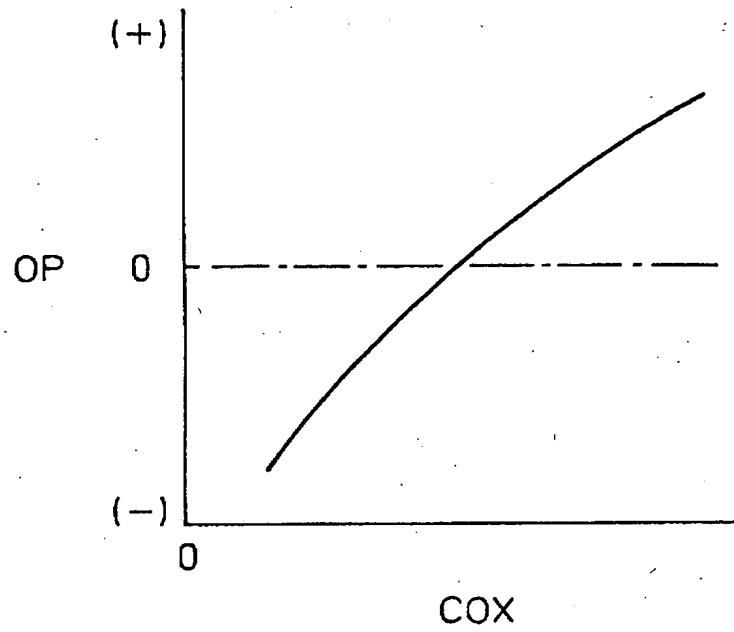


【図 4】



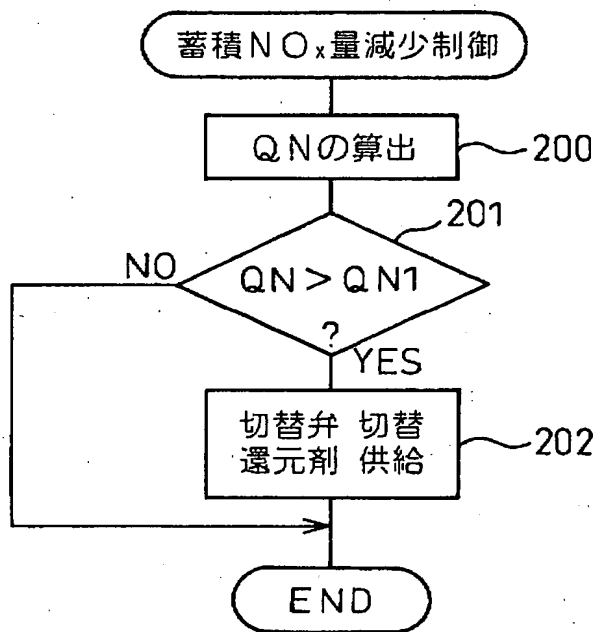
【図 5】

図 5



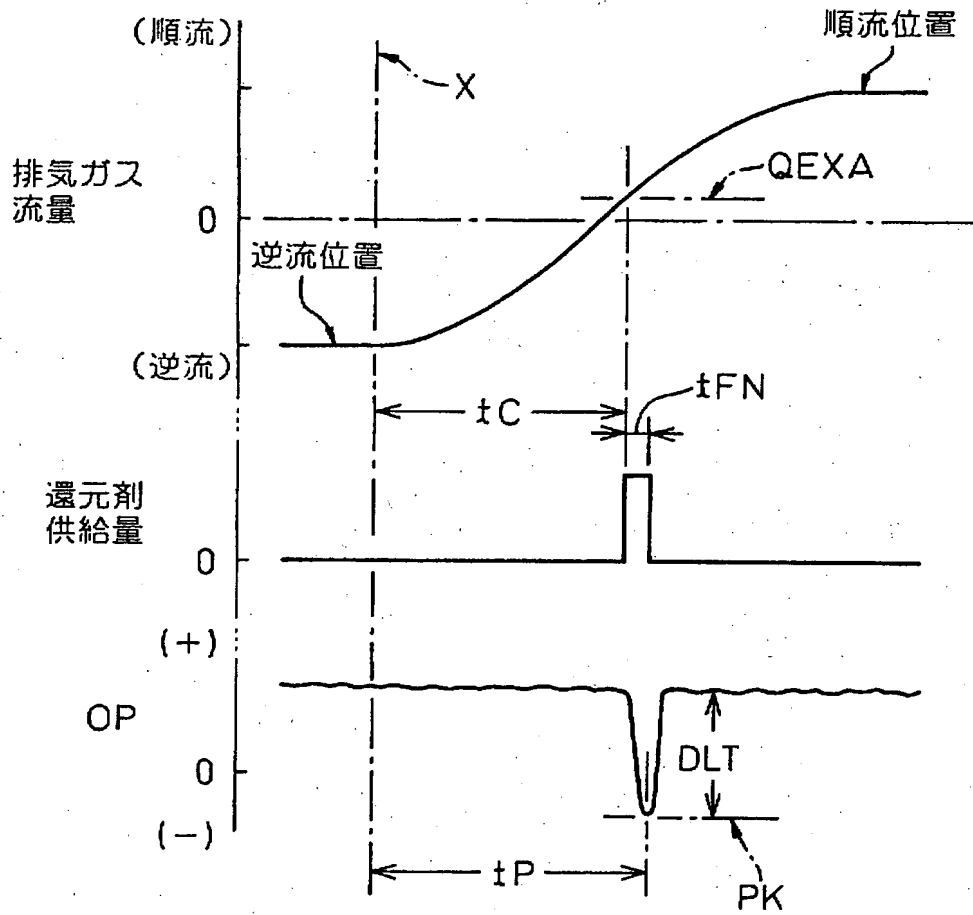
【図 6】

図 6



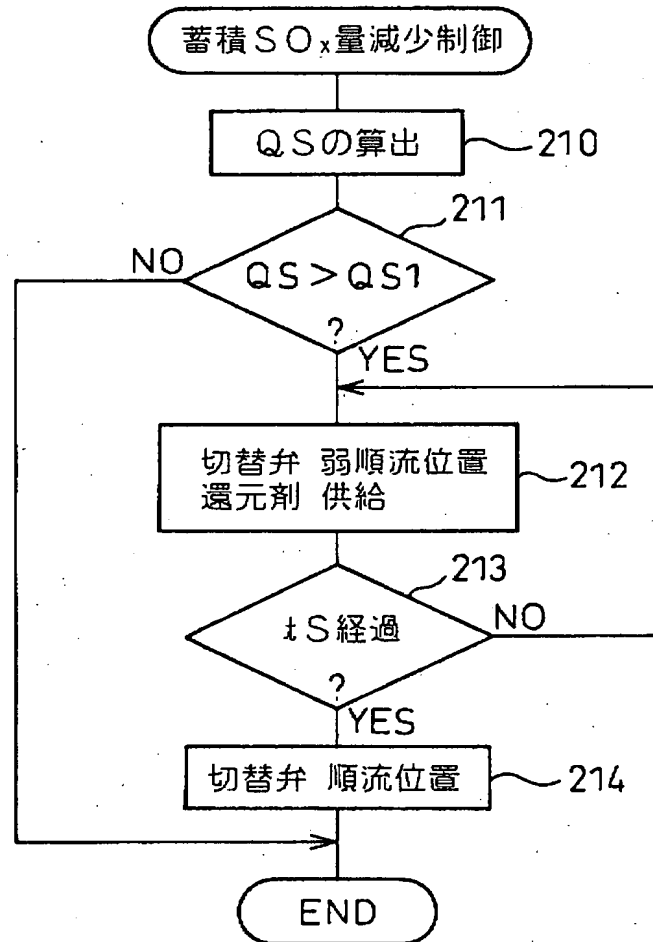
【図 7】

図 7



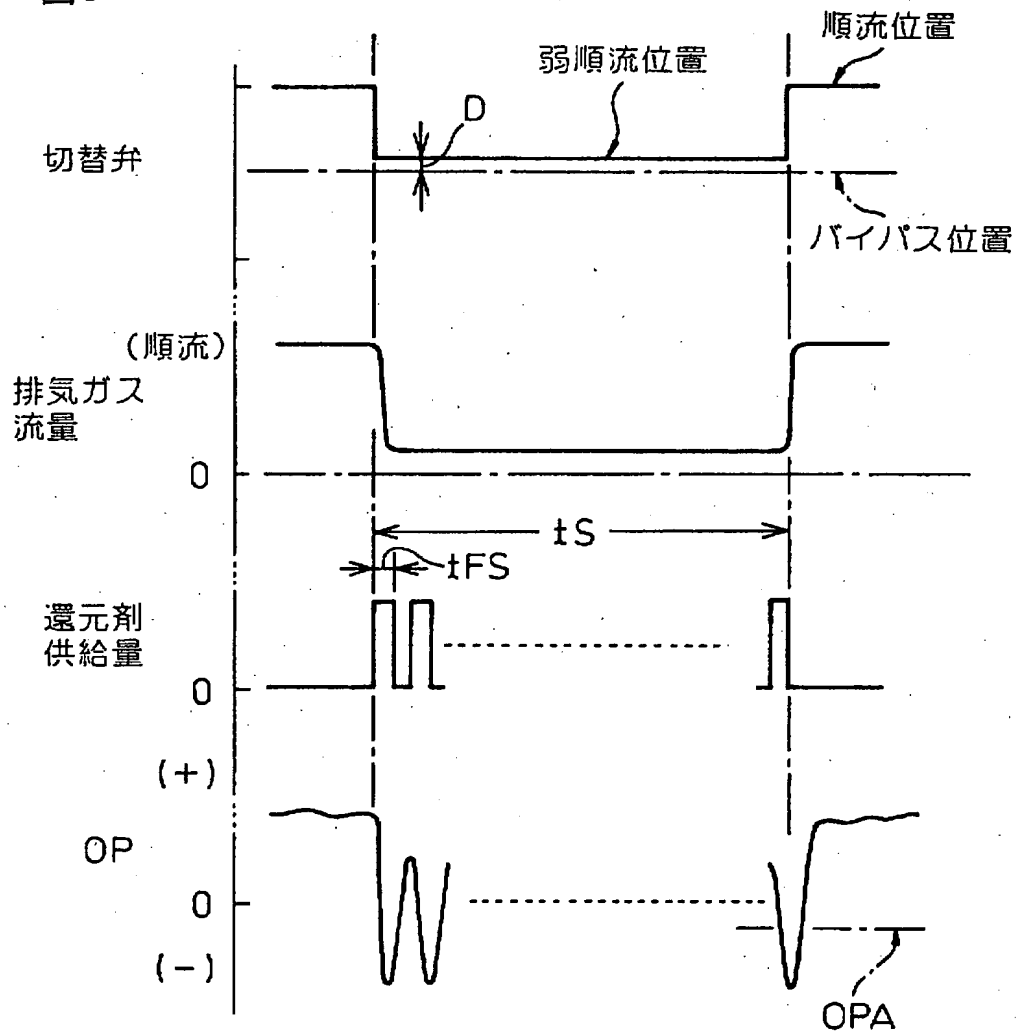
【図8】

図8



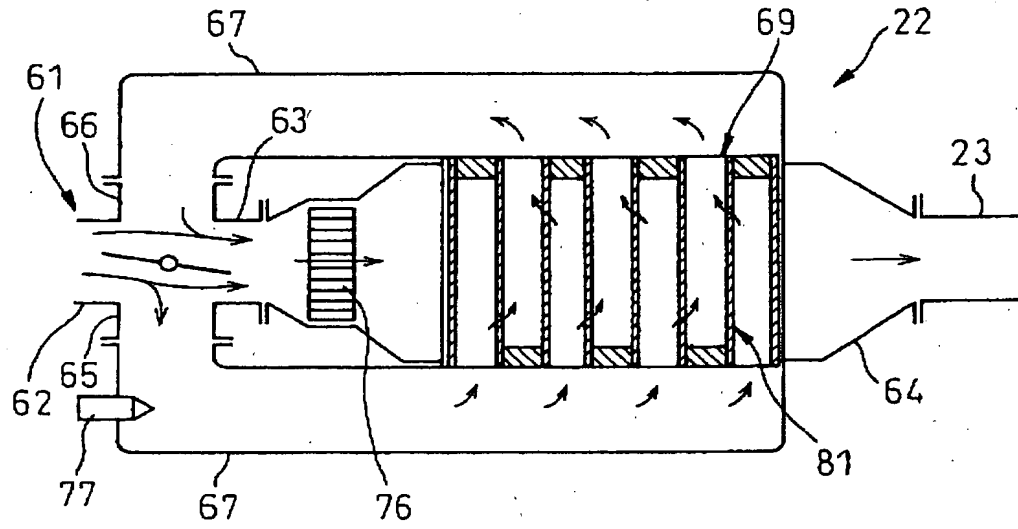
【図9】

図9



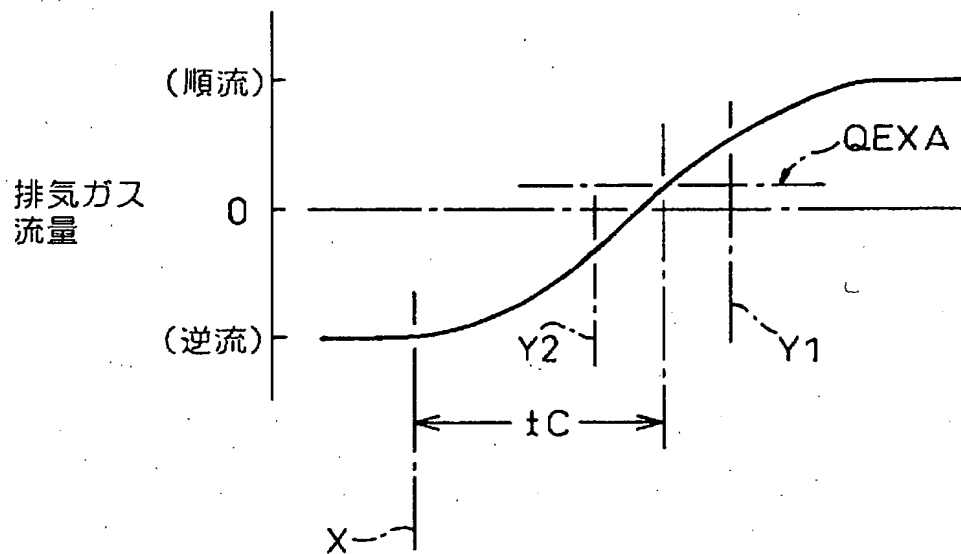
【図10】

図10



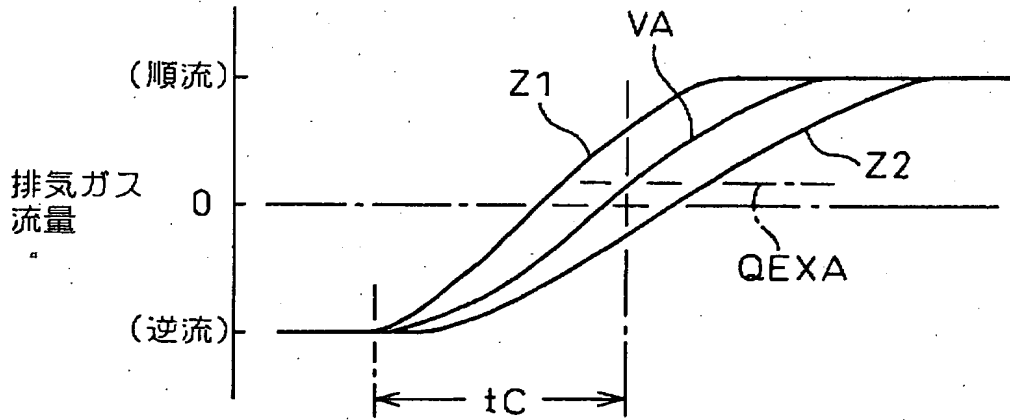
【図11】

図11



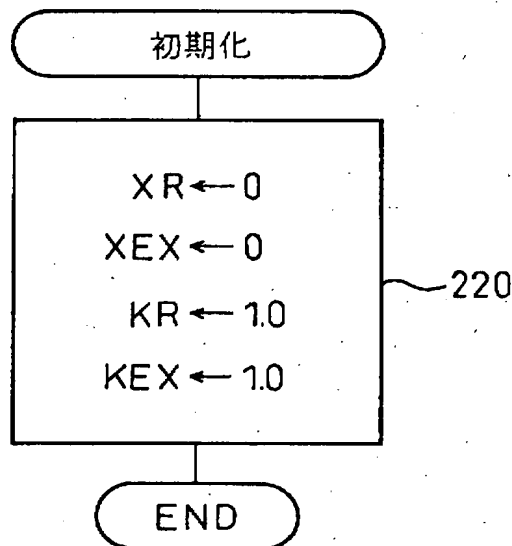
【図12】

図12



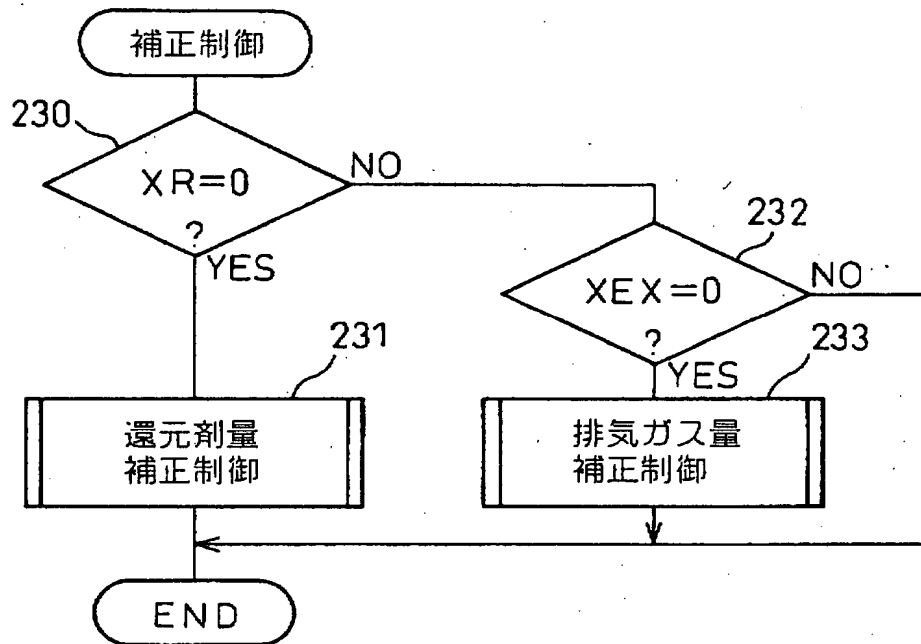
【図13】

図13



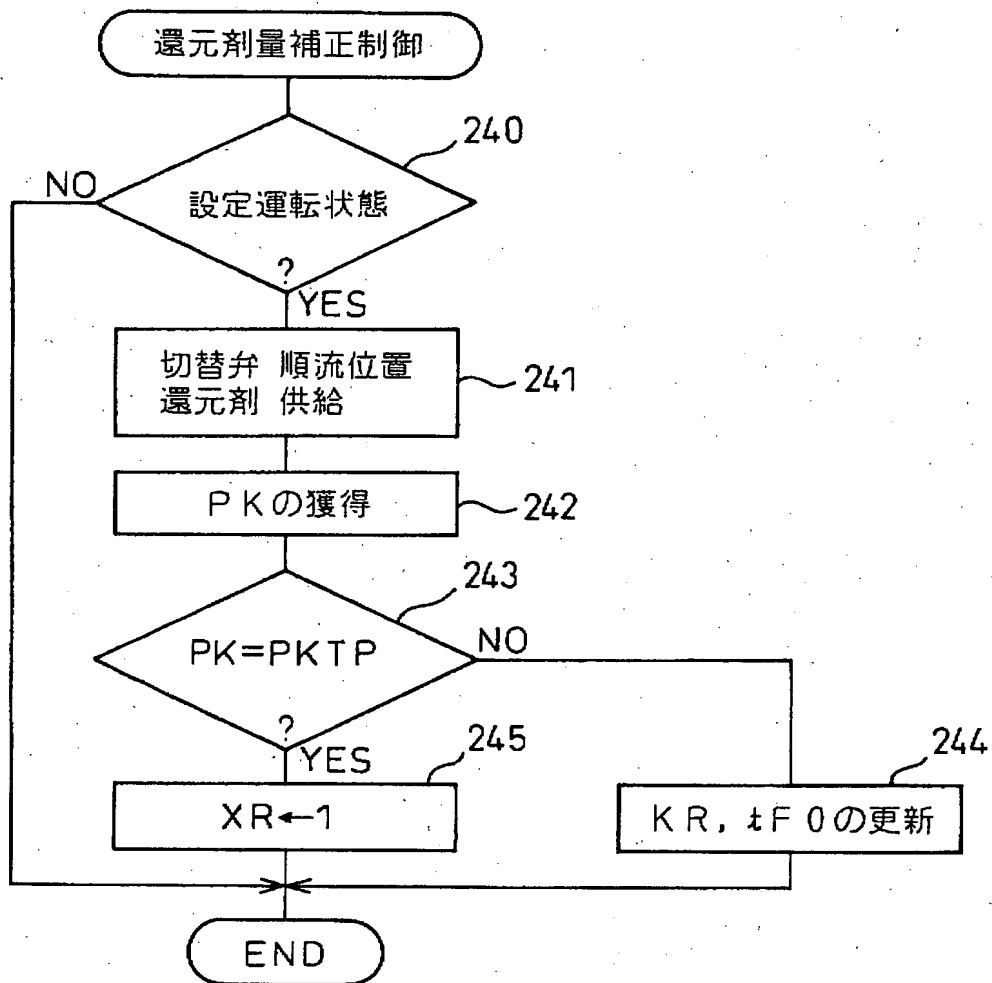
【図 1 4】

図 14



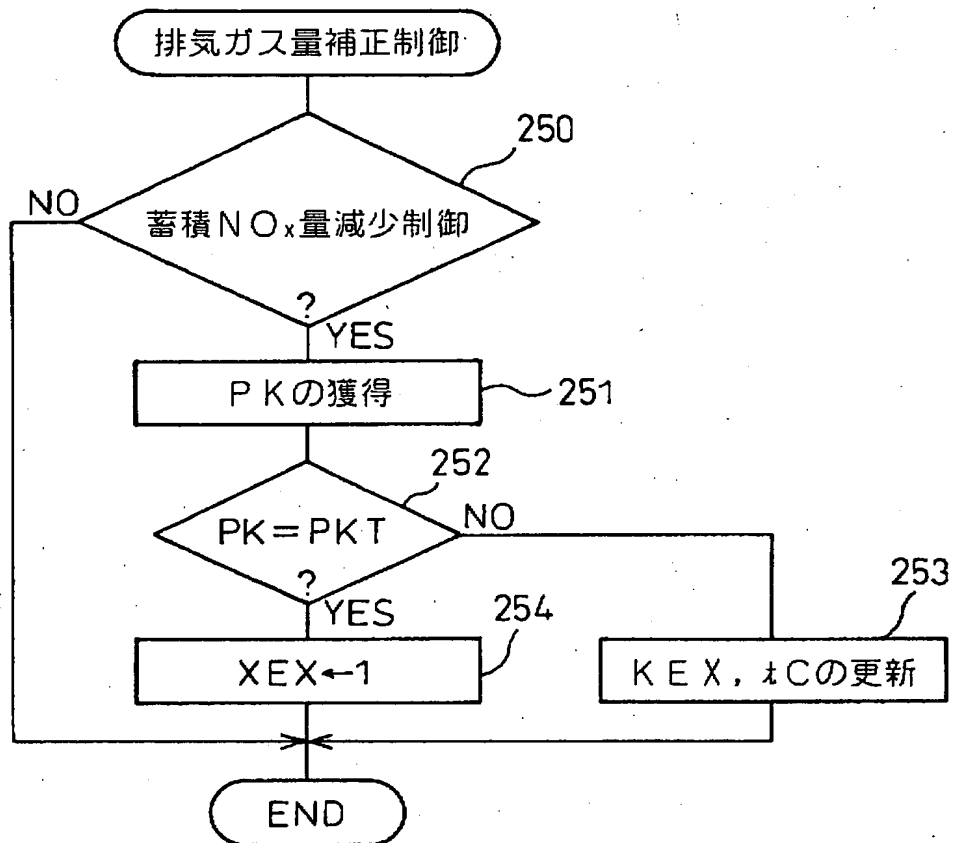
【図 1 5】

図 15



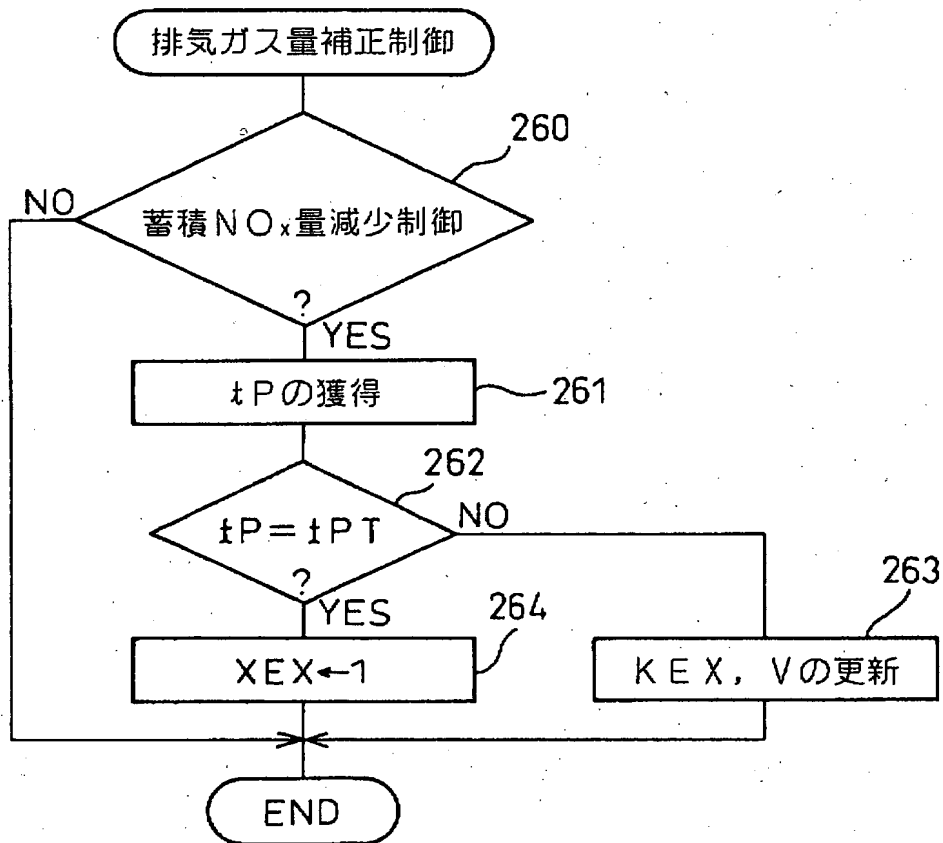
【図 16】

図 16



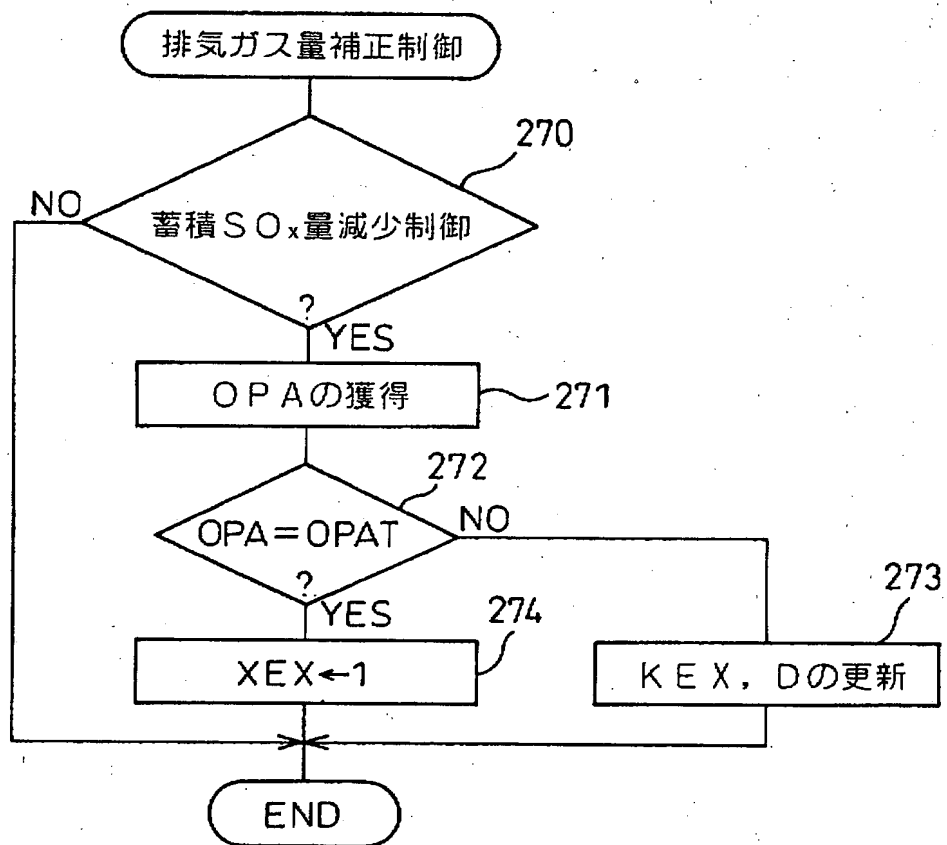
【図17】

図17



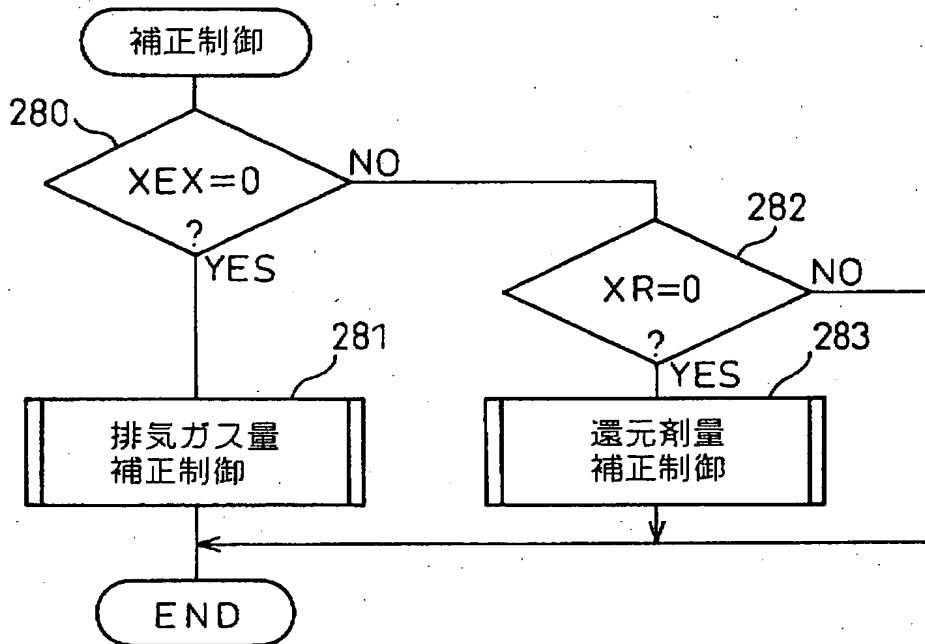
【図 18】

図 18



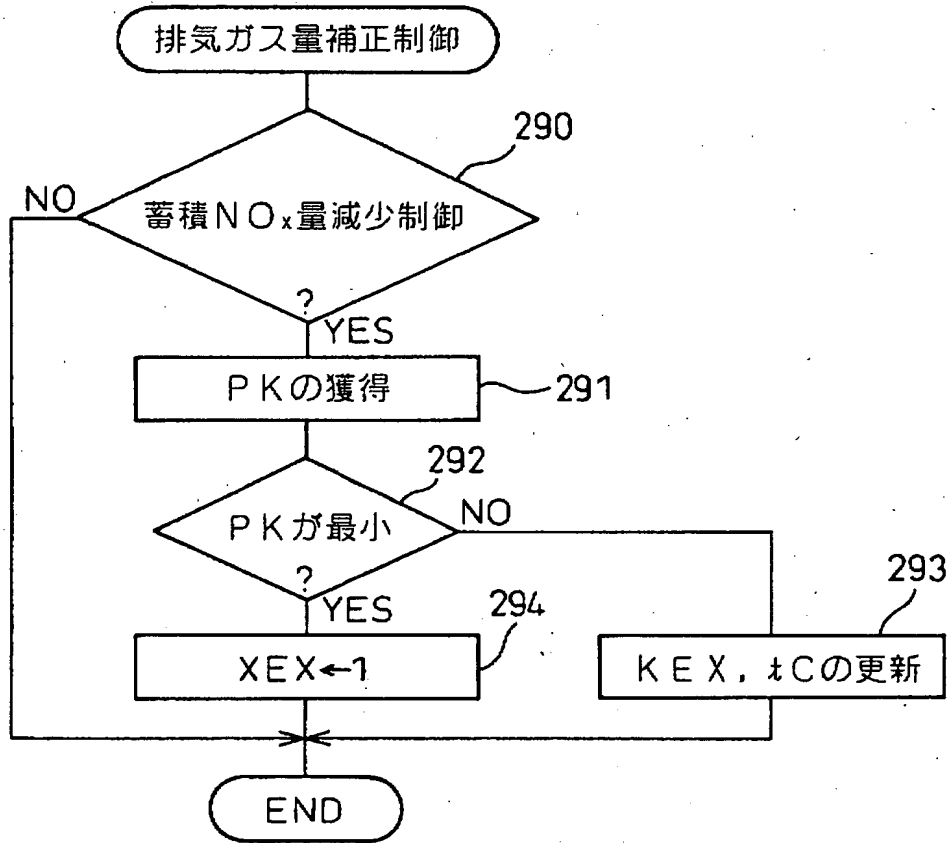
【図 19】

図 19



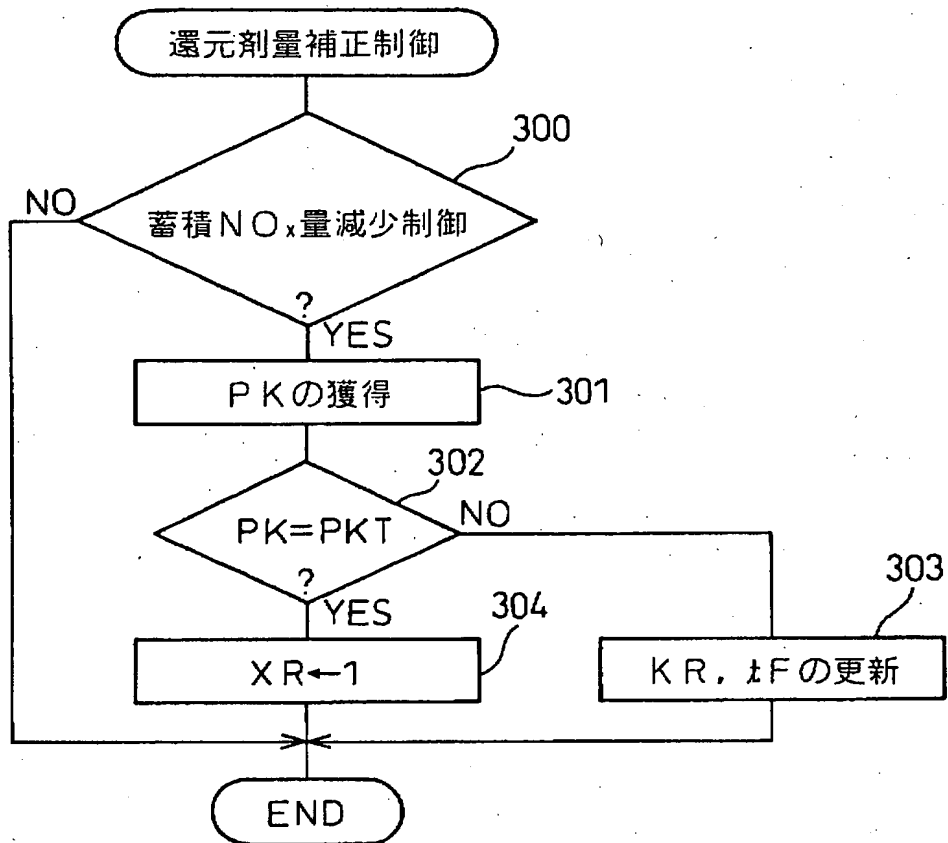
【図 20】

図 20



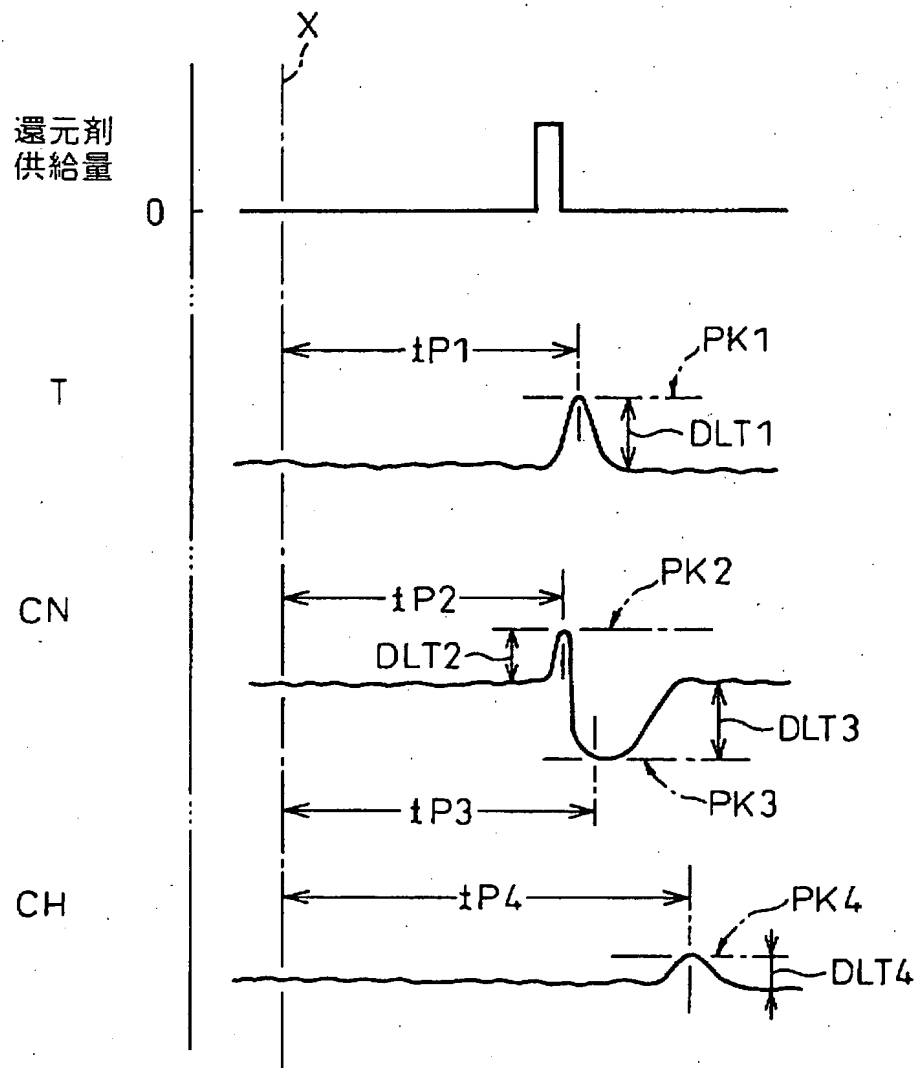
【図 2 1】

図 21



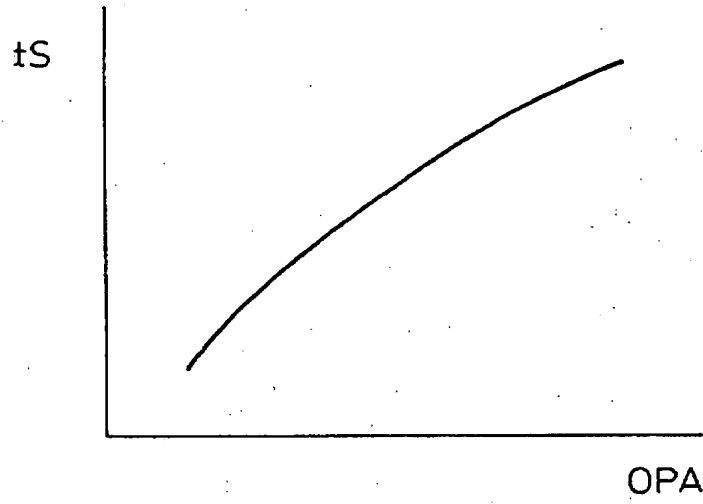
【図 22】

図 22



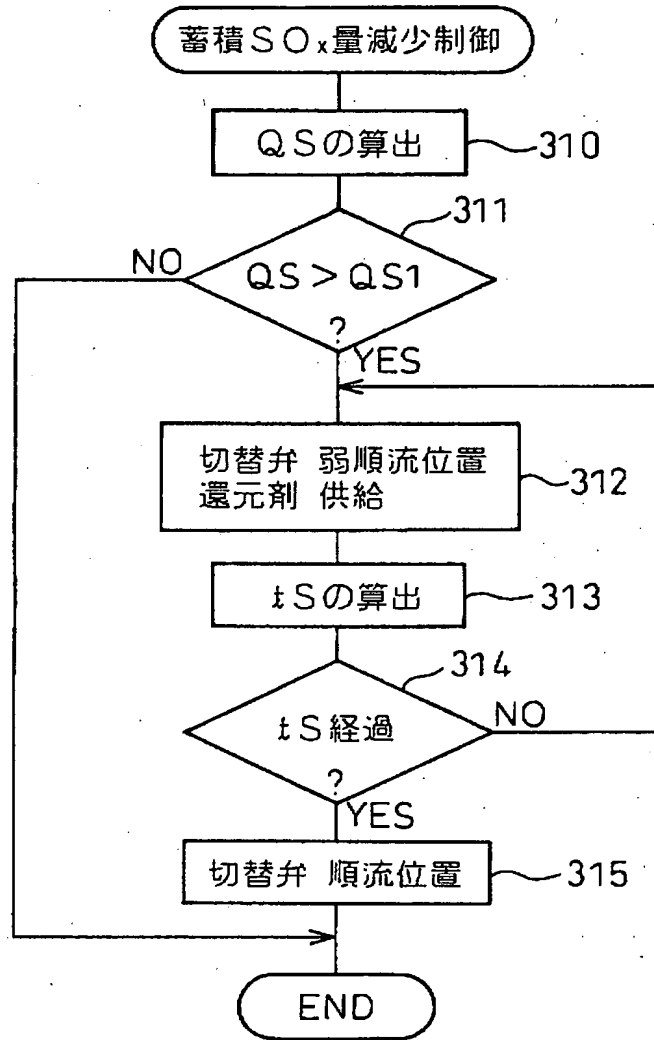
【図 2 3】

図 23

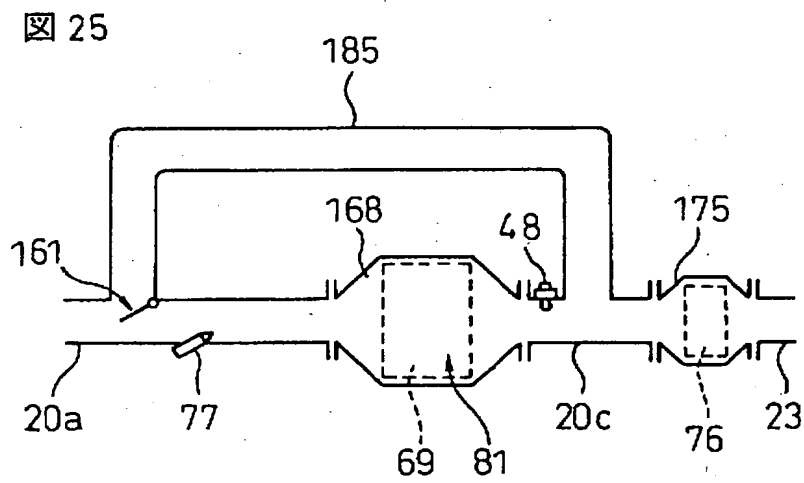


【図 24】

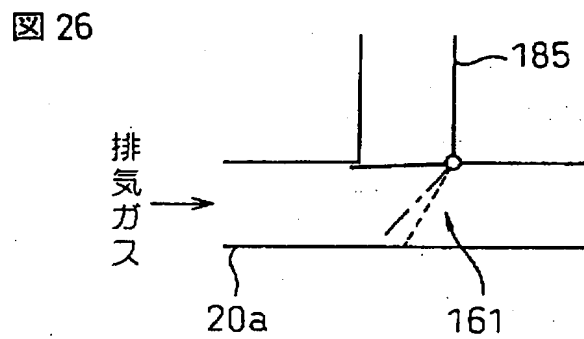
図 24



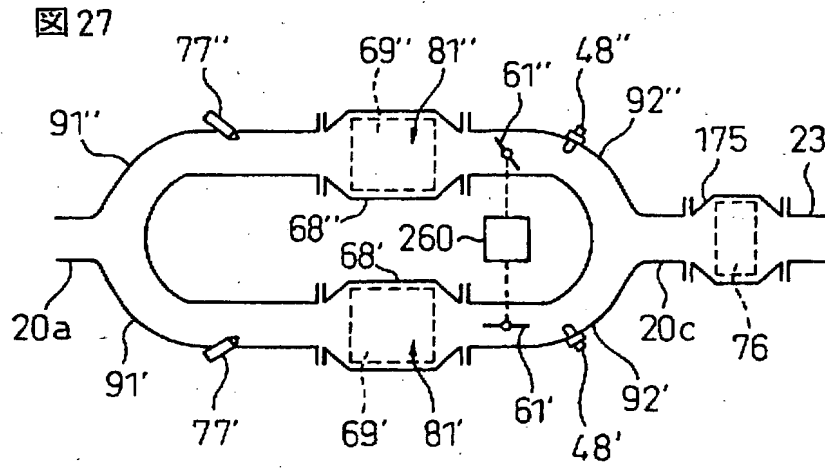
【図 2 5】



【図 2 6】

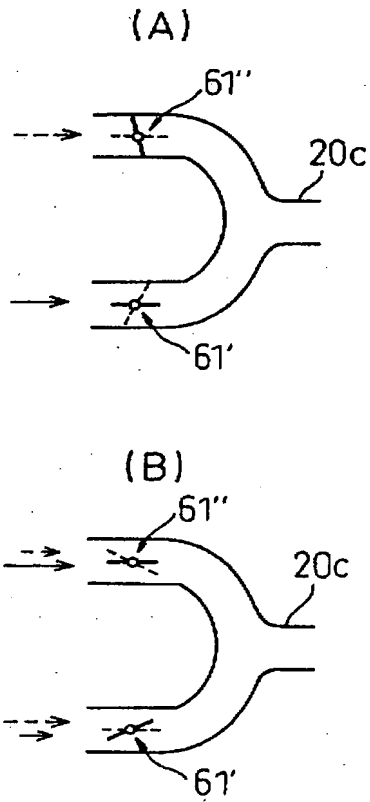


【図27】



【図28】

図28



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 還元剤供給弁から還元剤が供給されるときに $\text{NO}_x$ 触媒内を流通する排気ガスの量を最適に維持する。

【解決手段】 リーン空燃比のもとで継続して燃焼が行われる内燃機関の排気通路内に $\text{NO}_x$ 触媒 8 1 を配置すると共に、 $\text{NO}_x$ 触媒 8 1 上流の排気通路内に還元剤供給弁 7 7 を配置する。 $\text{NO}_x$ 触媒 8 1 内の蓄積 $\text{NO}_x$ 量を減少させるべきときには、切替弁 6 1 を順流位置から逆流位置に又はその逆に切り替えることにより $\text{NO}_x$ 触媒 8 1 内を流通する排気ガスの量を位置的に減少させると共に、切替弁 6 1 を切り替えるべき信号が発せられた時期から予め定められた経過時間だけ経過したときに還元剤を供給する。還元剤が供給されたときに $\text{NO}_x$ 触媒 8 1 から排出された排気ガス中の酸素濃度を酸素濃度センサ 4 8 により検出し、酸素濃度に生じたピークの値が目標値に一致するように、前記経過時間を補正する。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
氏 名 トヨタ自動車株式会社